

V TOMTO SEŠITĚ

PRAHEX '91	41
Podmínky konkursu AR pro rok 1991	42
PRAKTICKÁ ZAPOJENÍ PRO ELEKTRONIKU	
Elektromagnetické vlny a přijímače	43
Malé přenosné radio	44
Jednoduchý přijímač	45
Vlnoměr	46
Nf technika	47
Bezdrátový mikrofon	47
Mikrofonní předzesilovač	47
Hlasité telefony	48 až 50
Akustický indikátor světla	51
Zvonky se senzorovým „tlačítkem“	52
Indikátor modulačních špiček	53
Elektrické modely železnic a jejich doplňky	53
Elektronická značka pro přejezd	54
Imitátor zvuku parní lokomotivy lokomotivy	55
Elektronické hračky	56
Cvičená elektronická kobra	56
Svítilící šestipapíř hvězda	57
Elektronické kyvadlo	58
Domácí stělnice s otočným kolem štěstí	59
Zdroje	59
Pojistky a jištění síťových zdrojů	59
Automatický dobíječ akumulátorů NiCd	60
Tyristorové regulátory výkonu	62 až 63
Měníč napětí 12/220 V	64
Zabezpečovací přístroje, indikátory	67
Inzerce	80

AMATÉRSKÉ RADIO ŘADA B

Vydavatel: Vydavatelství MAGNET-PRESS, s. p.,
113 66 Praha 1, Vladislavova 26, tel. 26 06 51.
Redakce: 113 66 Praha 1, Jungmannova 24, tel.
26 06 51. Šéfredaktor Luboš Kalousek, OK1FAC, linka
353, sekretariát linka 355.
Tiskne: Naše vojsko, tiskárna, závod 08, 160 05 Praha
6, Vlastina ul. č. 889/23.
Rozšiřuje Poštovní novinová služba a vydavatelství
MAGNET-PRESS s. p. Objednávky přijímá každá ad-
ministrace PNS, pošta, doručovatel, předplatitelská
střediska a administrace vydavatelství MAGNET-
PRESS s. p., 113 66 Praha 1, Vladislavova 26, tel.
26 06 51-9. Půlroční předplatné 29,40 Kčs. Objednáv-
ky do zahraničí vyřizuje ARTIA, a. s., Ve smetkách 30,
111 27 Praha 1.
Inzerce přijímá osobně i poštou vydavatelství MAGNET-
PRESS, inzertní oddělení, Vladislavova 26, 113 66
Praha 1, tel. 26 06 51-9, linka 294.
Za původnost a správnost příspěvku odpovídá autor.
Nevyžádané rukopisy nevracíme.
Návštěvy v redakci ve středu od 9 do 16 hodin.
ISSN 0139-7087, číslo indexu 46 044.
Toto číslo vyšlo 29. 3. 1991.
© Vydavatelství MAGNET-PRESS 1991

PRAHEX '91

Pod tímto názvem se konaly v Praze v led-
nu 1991 dvě tiskové konference s následný-
mi přednáškami a výstavkami předních svě-
tových výrobců měřicí a řídicí techniky – fi-
rem Rohde a Schwarz a Tektronix. Dnes si
všimneme několika zajímavých faktů a vý-
robků z výrobního programu firmy Rohde
a Schwarz, kterou u nás reprezentuje R&S.
Österreich, zastoupená firmou ZENIT; ZE-
NIT zajišťuje obchodní zastoupení, dovoz
i servis všech výrobků Rohde & Schwarz,
a co je novinka, i japonské firmy ADVAN-
TEST (firma ADVANTEST se zabývá výro-
bou měřicích přístrojů v oblasti FFT, spek-
trální analýzy, vektorové a skalární analýzy,
optické spektrální analýzy, dále vyrábí sig-
nální generátory, čítače (GHz), multimetry
a teploměry. Firma byla založena 1954 v Ja-
ponsku, dnes zaměstnává na celém světě
asi 1300 spolupracovníků; v loňském roce
dosáhla obrátu asi 600 milionů dolarů).

K vystavovaným výrobkům (viz 3. a 4.
strana obálky): na 4. straně obálky je jako
první obrázek měřicí zařízení pro panevrop-
skou digitální mobilní telefonní síť, která se
začíná zavádět v tomto roce, označuje se
také jako síť „D“, popř. GSM – Groupe
Spéciale Mobile a představuje mohutný po-
krok ve vývoji mobilní telefonie. Nová přeno-
sová technika vyžaduje však nové druhy
měřicích zařízení, která umožňují neběžný-
mi způsoby měřit potřebná zařízení jak při
vývoji, tak výrobě i servisu. Měřicím zaříze-
ním je radiokomunikační analyzátor CMTA
94, který splňuje všechny podmínky kladené
na měřicí přístroje pro techniku GSM – je
vybaven časovým multiplexem (TDMA),
kmitočtovým přepínáním (hopping) a digitál-
ní modulací. Flexibilita konstrukce a rozšiř-
itelnost software zaručuje přizpůsobivost za-
řízení vzhledem k možným změnám technic-
kých specifikací GSM.

Na obr. 2 na 4. straně obálky je příspěvek
firmy R&S k rozvoji měřicí techniky v oblasti
mobilních telefonních systémů GSM – měřic-
í pracoviště CRTS. Toto pracoviště pokrývá
oblast měření na mobilních stanicích i na
stacionárních zařízeních. Simuluje dva ka-
nály GSM v duplexním provozu. Vestavěný
řečový kodér-dekodér umožňuje zkoušet za-
řízení v reálném čase. Přístrojem lze měřit
i kmitočtové skoky a kontrolovat kódování
dat.

V souvislosti s vývojem těchto systémů
předvedla firma R&S také zdokonalenou
verzi signálního generátoru SMHU model
58, která umožňuje práci s digitálními modu-
lacemi až do kmitočtu 1,95 GHz. Kromě
datové modulace I/Q disponuje generátor
(obr. 3 na 4. str. obálky) interním generátorem
dat pro pseudonáhodné posloupnosti,
kodérem GMSK a vstupem pro externí sig-
nály dat. Celkově lze přístroj hodnotit jako
nejlepší z celé řady SMHU, neboť je použi-
tečný v celé oblasti moderní komunikační
techniky i v oblasti radarových systémů.

Jakost a spolehlivost elektronických zaří-
zení jsou stále více dány elektromagnetic-
kou slučitelností. Stále se zvětšující nároky
k zabezpečení elektromagnetické slučitel-
nosti lze uspokojit pouze nasazením inteli-
gentní a vývoje schopné měřicí techniky
ještě v předvýrobních, vývojových fázích no-
vých výrobků. Měřicí přijímač EMI firmy R&S
je na obr. 4 na 4. str. obálky. Je určen pro
všechna měření EMI v oblasti 20 Hz až
1,8 GHz. Spojují se v něm špičkové technic-
ké vlastnosti spektrálních analyzátorů R&S
s dlouholetou zkušeností v oblasti vývoje
a produkce měřicích přijímačů EMI. Měření
jsou samočinně vyhodnocována v závislosti
na požadavcích všech běžných technických
norem (CISPR, VDE, FCC, EN, MIL STAN,
BS, DO 160, GAM EG 13). Jednou z velkých
předností přístroje je, že s ním lze měřit
a vyhodnocovat současně jak špičkovou, tak
střední, efektivní i kvazishpičkovou hodnotu
signálů a tím určit, zda jsou rušivé signály
úzké nebo širokopásmové. Přístroj ESAI
splňuje požadavky 90. let na hospodárnost,
mnohostrannost i ovládací komfort.

Před časem jsme v AR A i v AR B informo-
vali o dopravním rozhlasu ARI. Ten je v sou-
časné době rozšířen o nové možnosti zave-
dením radiového přenosu dat (systém RDS).
Systém umožňuje posluchačům získat další
informace např. o vysílacích kmitočtech stej-
ného programu na ostatních vysílacích, dále
digitální údaje o dopravní situaci, texty k vy-
síláným programům a mnoho dalších užiteč-
ných informací.

Kodér dat FM, označovaný jako DMC
(obr. 5 na 4. straně obálky), moduluje nosný
kmitočet 57 kHz signály radiového systému
dat a dopravního rozhlasu. Kromě dálkové-
ho ovládání lze všechny funkce, nastavení
úrovní, volbu speciálních funkcí a další po-
voly nastavovat z čelního panelu. Stav zaří-
zení je dán přehledným displejem a diodami
LED. Datový dekodér DMDC slouží k deko-
dování signálů dopravního rozhlasu a RDS,
je použitelný k monitorování, měření para-
metrů rozhlasového vysílání i k vývoji dal-
ších digitálních informací v systému RDS.
Po dekódování zobrazuje DMDC informace
(obr. 6) na velkoplošném displeji a umožňuje
jejich přenos několika různými výstupy k dal-
šímu zpracování (např. na osobním počíta-
či). Dekodér je přitom konstruován tak, že lze
rozšiřovat jeho možnosti jak v oblasti
hardware, tak software.

Na třetí stranu obálky jsme vybrali ze
sortimentu přístrojů R&S nejprve spektrální
a skalární analyzátor, umožňující měřit čtyř-
póly, přenášející signály o kmitočtech až
1 GHz. Analyzátor tohoto typu má označení
FSBS (obr. 1 na 3. straně obálky) a nabízí
kromě možnosti použití v oblasti „čisté“
spektrální analýzy zcela nové možnosti v ob-
lasti skalární analýzy. Díky programovatel-
nému kmitočtovému posuvu jeho generátoru
patří mezi jeho přednosti možnost měřit
potlačení signálů zrcadlových kmitočtů. Citli-
vost lepší než -145 dBm (6 Hz) v celém
pásmu od 100 Hz do 5 GHz a dynamika
větší než 170 dB řadí přístroj ke špičce ve
své třídě.

Na obr. 2 na 3. str. obálky je nový špičkový
mikrovlnný analyzátor (spektrální) typu
FSM, který pokrývá velmi důležitou oblast
mikrovlń (do 26,5 GHz). Jde o přístroj nej-
vyšší třídy, který má v celém pásmu 100 Hz
až 26,5 GHz velmi malý vlastní šum, typický
-142 dBm, což v praxi umožňuje uživateli
měřit přesně i ty nejmenší signály. Rychlost
měření je značná díky velké šířce pásma,
výsledky měření jsou zobrazeny jednoznač-
ně, obsluha přístroje je velmi pohodlná díky
malému počtu ovládacích prvků a přehled-
nému menu i při komplikovaných měřeních.

Podmínky Konkursu AR na nejlepší radioamatérské konstrukce v roce 1991

Koncepce letošního ročníku Konkursu AR se v zásadě nemění. Jeho účelem je povzbudit zájem o tvůrčí technickou činnost amatérských konstruktérů a získat pro naše čtenáře zajímavé náměty na stavbu nejrůznějších elektronických zařízení, užitečných v domácnosti, dílně, laboratoři apod., ať již při profesionální, či zájmové nebo sportovní činnosti.

V platnosti zůstává základní tematická náplň — budou přijímány konstrukce, netýkající se výpočetní techniky — pro ty je vyhrazena samostatná soutěž podobně jako v předešlých ročnících. Do konkursu budou přijímány libovolné konstrukce bez ohledu na to, zda jsou jednoduché nebo složitější. V této souvislosti prosíme naše čtenáře, aby do konkursu nezasílali takové konstrukce, které se již na první pohled zcela vymykají z možnosti amatérské reprodukovatelnosti, anebo takové, jejichž pořizovací náklady dosahují tisícových částek.

Přihlášené konstrukce budou posuzovány zejména z hlediska jejich původnosti, nápaditosti technického provedení, vtipnosti a především účelnosti a použitelnosti.

Všechny konstrukce musí splňovat podmínky bezpečného provozu zařízení, zejména z hlediska možnosti úrazu elektrickým proudem.

Pro zájemce o účast v konkursu je v letošním ročníku jedna podstatná změna. **Součástky, použité v soutěžních konstrukcích,** nemusí být jen tuzemské (popř. RVHP) výroby. S méněcennými se možnostmi nákupu součástek se toto omezení stalo anachronismem. V tomto smyslu byl změněn bod 2 podmínek konkursu.

Tematické úkoly nejsou zvlášť vyhlašovány, jak tomu bylo u některých starších ročníků. Chceme však reagovat na dopisy čtenářů, kteří by uvítali uveřejnění návodu ke stavbě zařízení pro zcela určité použití (např. bezpečnostní poplachové zařízení

k ochraně bytu apod.). Tyto dopisy budeme průběžně uveřejňovat v rubrice „Čtenáři nám píš“ a oceníme, jestliže se účastníci konkursu zaměří na tato témata.

Abychom umožnili amatérům nebo i profesionálům získávat praktické zkušenosti s moderní technologií, uvítali bychom v letošním konkursu mj. i konstrukce buď realizované, nebo realizovatelné — i když zatím postavené a ověřené s klasickými „vývodovými“ součástkami — technikou povrchové montáže. Článek se základními informacemi o této technice montáže začal vycházet v AR A3/91 na pokračování. Redakce má možnost zajistit autorovi úspěšného soutěžního výrobku potřebné součástky SMD pro konečné konstrukční řešení, které by bylo publikováno v AR-A. Připomínáme pouze, že konstrukce nesmí být samoúčelná. Využití techniky SMD má u nich mít funkční opodstatnění (např. potřeba dosáhnout malých rozměrů, hmotnosti, či plochého tvaru zařízení; výhoda z hlediska elektrických vlastností — např. pro obvody s velmi vysokými kmitočty nebo podobně).

Pro letošní rok je na odměnu částka 20 000 Kčs. Termín přihlášek jsme na základě loňských zkušeností stanovili na 5. září 1991.

Podmínky konkursu

1. Konkurs je neanonymní a může se jej zúčastnit každý občan ČSFR. Dokumentace musí být označena jménem a adresou a případně i dalšími údaji, které by umožnily v případě potřeby vejít s přihlášeným účastníkem co nejrychleji do styku.
2. Použití součástek není omezeno na součástky tuzemské výroby. Snahou konstruktérů má být moderní obvodové řešení. Při srovnatelné technické úrovni budou výše hodnoceny konstrukce, využívající snáze dostupných součástek.

Přihláška do konkursu musí být zaslána (podána na poštu) do 10. září 1991 a musí obsahovat:

- a) schéma zapojení
 - b) výkresy desek s plošnými spoji,
 - c) fotografie vnitřního i vnějšího provedení, minimální rozměr 9 x 12 cm,
 - d) podrobný popis přihlášené konstrukce. V úvodu musí být stručně uvedeno, k jakému účelu má konstrukce sloužit (případně se zdůvodněním koncepce) a shrnuty základní technické údaje.
 - e) V případě, že jde o společnou práci dvou nebo více autorů, uveďte, v jakém poměru se na konstrukci podíleli; v uvedeném poměru bude rozpočítána cena či odměna, pokud bude za příslušnou konstrukci udělena.
4. Textová část musí být napsána strojem (hustota textu 30 řádek po 60 úderech na stránkách formátu A4), výkresy mohou být na obyčejném papíře a kresleny tužkou, kuličkovou tužkou nebo jinak, ale tak, aby byly přehledné (všechny obrázky jsou pro tisk překreslovány). Výkresy i fotografie musí být očíslovány (obr. 1 atd.) a v textu na ně musí být odkazy. Na konci textové části musí být uveden seznam použitých součástek a všechny texty pod jednotlivé obrázky.
 5. Přihlášeny mohou být pouze takové konstrukce, které dosud nebyly v ČSFR publikovány — redakce si přitom vyhrazuje právo jejich zveřejnění. Pokud bude konstrukce zveřejněna, bude honorována jako příspěvek bez ohledu na to, zda byla či nebyla v konkursu odměněna.
 6. Neúplné nebo opožděné zaslání příspěvku nemohou být zařazeny do hodnocení. Příspěvky bude hodnotit komise, ustanovená podle dohody pořadatelů. V případě potřeby si komise vyžaduje posudky specializovaných výzkumných pracovišť. Členové komise jsou z účasti na konkursu vyloučeni.
 7. Dokumentace konstrukcí, které nebudou ani odměněny, ani uveřejněny, budou na požádání vráceny. Výsledek konkursu bude odměněným sdělen do 15. prosince 1991 a otištěn v AR řady A.

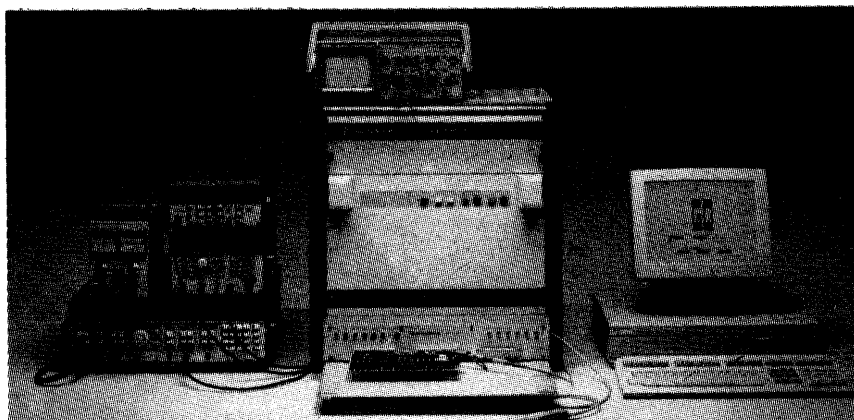
Analyzátor modulace FMA na obr. 3 na str. 3 obálky umožňuje přesně analyzovat modulaci s velkou měřicí rychlostí a velkou dynamikou měření rušivých modulací. Mnohostrannost přístroje vyplývá z možnosti použít ho jako vř. čítač, voltmetr, psfometr, měřič zkreslení a měřič výkonu. FMA najde proto využití v rozhlasové technice (vysílače AM, FM), v komunikačních sítích a při kalibraci měřících vysílačů. Maximální přesnost měření (tj. chyba menší než 0,5 % v oblasti do 20 kHz, menší než 1 % v oblasti od 20 do 100 kHz) je vynikající.

Velké testery osazených desek s plošnými spoji nejsou právě nejlevnějšími měřicími zařízeními a jsou přitom pro jakostní výrobu velmi potřebné — proto firma R&S doplnila svou řadu velkých testerů o koncepčně zcela novou testovací stanici typu TSA, která spojuje vlastnosti velkých testerů s malými rozměry a nižší cenou, takže je dosažitelná i pro testování objektů malé a střední složitosti v přijatelné cenové relaci. Uživatel má možnost celé testovací zařízení individuálně konfigurovat podle potřeby, takže lze dosáhnout za méně peněz výsledků, dosažitelných s velkými testery (TSA je na obr. 4 na 3. straně obálky). Modulární koncepce testeru TSA navíc umožňuje vhodně doplňovat stávající řadu přístrojů, tvořících tester, dodatečně vyvíjenými novými doplňky — firma

poskytuje navíc uživatelům individuální pomoc při instalaci systému a jeho uvedení do provozu, zabezpečuje školení, servis, pomoc při zhotovování doplňkových adapterů apod. i při vývoji uživatelských zkušebních programů. Jedna z možných „analogových“ konfigurací je na obrázku, skládá se z digitálního multimetru, časovače/čítače, generátoru funkcí, z modulu řídicích napětí, z modulu měřících napětí a proudů atd.

Konečně na obr. 5 na 3. str. obálky jsou nové řídicí počítače R&S, výkonné typy

PSA12/15. Jsou samozřejmě kompatibilní s průmyslovým standardem IBM AT. Počítače jsou konstruovány s procesorem 80386, základní takt je 20 MHz, operační paměť má 4 MB. Lze ji však rozšířit až na 8 MB, díky čemuž lze pracovat s moderními operačními systémy jako UNIX, OS/2, WINDOWS 386 aj. Typ PSA 15 má monochromatickou obrazovku 9", PSA 12 je určen pro provoz s externím monitorem. Mezi užívané programovací jazyky patří RaS BASIC, Quick-BASIC, PASCAL, C tad.



Konfigurace přístrojů pro analogový funkční test s TSA

PRAKTICKÁ ZAPOJENÍ PRO ELEKTRONIKY

Ing. Miroslav Arendáš

Úvodem bych se rád vrátil k tomu, co jsem jako úvodník napsal v minulém roce k číslu 2 Amatérského radia řady B pro konstruktéry — se změnou politických i ekonomických podmínek se pravděpodobně najdou mezi čtenáři AR i „tací“, kteří použijí nejružnější uvedené náměty na stavbu přístrojů i zařízení jak pro svoje vlastní výrobní záměry, tak jako pomoc při výrobě, při níž budou kooperovat s dalšími podnikateli — proto jsem i do tohoto čísla vybral taková témata, která by mohla být zajímavá jak neobvyklým technickým řešením, tak použitím neobvyklých postupů pro převážnou většinu potencionálních čtenářů.

Pro nejširší obec čtenářů jsem pak vybrané přístroje doplnil i částí o jištění elektrických obvodů a o pájení — s problémy kolem jištění a pojistek stejně jako kolem pájení se určitě setká každý, kdo staví nebo bude stavět jakékoli elektronické zařízení.

Rád přivítám jakékoli připomínky jak k výběru témat, tak ke způsobu zpracování.

Elektromagnetické vlny a přijímače

Elektromagnetický smog

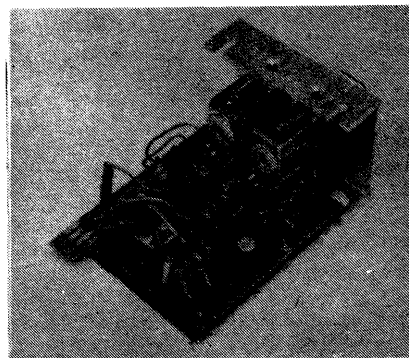
Otevřete-li technický slovník, tak pod tímto termínem nic nenajdete. Přesto se začíná název „elektromagnetický smog“ stále více používat. Zájem veřejnosti o obsah tohoto termínu vyvstal zejména v souvislosti se sporem o uvedení tzv. žižkovského televizního vysílače v Praze do provozu. Souvisí to se zvětšeným zájmem o ekologii a o působení všech civilizačních „produktů“ na zdraví člověka. Je nesporné, že jak elektrické, tak magnetické pole působí na všechny živé organismy, tedy i na člověka. Nechci se zabývat mírou těchto vlivů, spíše bych chtěl osvětlit, co to elektromagnetické pole je, abychom — když o elektromagnetickém poli mluvíme a čteme — vůbec věděli, o co jde.

Elektrické pole vzniká mezi dvěma místy s různým elektrickým potenciálem. Má „siločáry“ i silové účinky, takže může způsobovat i pohyb elektricky nabitých částic. Silné elektrické pole vzniká v přírodě např. vlivem větru, který přemísťuje v suchém vzduchu prachové částice. Mračna získávají elektrický náboj a rozdíl potenciálů mračen a země může být až desítky milionů voltů. Všichni víme, jakou energii se pak tyto potenciály vyrovnávají. Blesk a hrom působí přímo monumentálně. Stejný, či podobný jev nastává ve velice suchých bytech s ústředním topením. Dobře izolující podlahové krytiny, použitý oděv, prach a náš pohyb způsobí, že „se nabijeme“ statickým elektrickým nábojem. Když se pak přiblížíme k topení, přeskóčí z našeho těla na uzemněný díl jiskra. Shodně s touto představou se technicky velikost elektrického pole vyjadřuje ve voltech na metr.

Druhým silovým polem, o kterém je řeč, je pole magnetické. Má také silové účinky a všichni jsme se o nich už jistě přesvědčili. Jedním z největších magnetů je naše země. Zemské póly se shodují s póly magnetickými, takže všechny zavěšené magnety se otáčejí svými póly k pólům země. „Síla“ magnetického pole se vyjadřuje v ampérech na metr. Silové účinky magnetického pole si jistě každý někdy vyzkoušel.

Elektrické a magnetické pole si umíme vyrobit pomocí elektrického proudu a napětí. Přivedeme-li elektrické napětí na dvě vzájemně izolované kovové desky, je v prostoru mezi nimi elektrické pole. Prochází-li vodičem elektrický proud, vytváří se kolem něho magnetické pole. Máme-li tedy dálkové vedení vysokého napětí, tak v jeho bezprostředním okolí je poměrně silné elektrické i magnetické pole. Jedním z klasických protidůkazů, že tato silová pole neovlivňují prostředí, v němž se vyskytují (jak se dosud myslelo), je rozdílný vzrůst rostlin pod dráty vysokého napětí.

Jak však souvisí s elektrickým a magnetickým polem elektromagnetické vlnění? Rádiové nebo televizní vysílání je založeno na existenci dvou vzájemně sfázovaných střídavě se měnících polí (kombinace elektrického a magnetického pole). Základem každého vysílače je anténa, která v podstatě pracuje jako laděný rezonanční obvod, složený z cívky (induktivnost) a kondenzátoru (kapacita). Cívku tvoří provedení vlastní antény, kapacita je realizována „protiváhou“ se zemí. Působením střídavého elektrického signálu vzniká v anténě střídavé elektrické napětí a pak v protifázi elektrický proud. Protože vlastní kmitočet antény souhlasí s kmitočtem střídavého budicího signálu, dochází k rezonanci, která účinky umocňuje populárně řečeno). Anténa pak vyzařuje

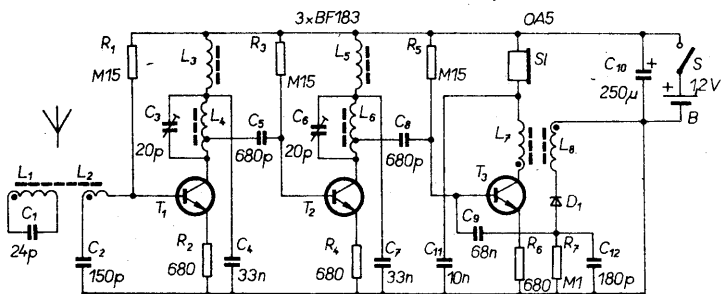


elektromagnetické vlny, u nichž je elektrické pole kolmé na pole magnetické.

Běžné komerční rozhlasové vysílače pracují v různých pásmech kmitočtů (dělí se na dlouhé, střední, krátké a ultrakrátké vlny). Název délky vlny vychází ze vztahu mezi kmitočtem vysílače a rychlostí šíření elektromagnetické vlny, která je 300 000 km/s. Tedy jestliže středovlnný vysílač Praha umístěný u Českého Brodu vysílá na kmitočtu 638 kHz, má toto vysílání délku vlny

$$\lambda = \frac{300\,000\,000\text{ m/s}}{638\,000\text{ Hz}} = 470,2\text{ m.}$$

Základním údajem o vysílači je kmitočet (nebo délka vlny), na němž vysílač pracuje. Jednotkou kmitočtu jsou cykly za vteřinu, tedy hertzy, Hz (jednotkou délky vlny jsou metry). Lidstvo používá pro nejružnější vysílací účely pásmo od centimetrových vln až po vlny, které mají délku několika kilometrů. Rozsah a použití jednotlivých pásem je stanoveno mezinárodními dohodami. Ty určují jednotlivým státům vysílací kmitočty pro rozhlas a televizi i s určením maximálních vysílacích výkonů. Zároveň jsou stanoveny kmitočty pro amatérská vysílání, pro různá pojiťka, leteckou zabezpečovací službu atd. Vysílači jsou i různé radarové systémy, družicová pojiťka atd. Je si třeba uvědomit, že kromě užitečných existují i rušivé elektromagnetické vlny, které vysílá třeba každé elektrické vedení. Zdrojem rušivých elektromagnetických vln jsou např. i tyristorové regulátory, ale i běžné domovní zvonky, motory, kolejová elektrická vozidla atd. Když to všechno dohromady shrneme, zjistíme, že prostor kolem nás obsahuje obrovská množství elektromagnetických vlnění (ať již užitečných nebo neužitečných), která se souhrnně projevují jako elektromagnetický smog.



Obr. 3. Malé přenosné rádio

mnohdy i čtyřadvacet hodin denně nonstop populární hudbu určenou pro mládež. Pak poslech takové stanice vyhledává stále více mladých lidí, kterým malé přenosné rádio, mnohdy vestavěné přímo ve sluchátkách, nahrazuje walkmana, neboť walkman má velkou spotřebu baterií a musíme sebou nosit kazety. U tohoto rádia je spotřeba energie nepatrná. Vystačí s malým napájecím napětím 1,2 až 1,5 V. Odběr proudu se liší podle toho, co naladěný vysílá právě vysílá, může být až řádu desítek mA. Proto jako napájecí baterie plně vyhovuje jedna tužková baterie nebo malý akumulátor NiCd.

Jak jsme si řekli, miniaturní provedení je umožněno tím, že konstrukce neobsahuje ladící kondenzátor, potenciometr pro zesílení signálu ani reproduktor a má miniaturní napájecí zdroj. Funkci si vysvětlíme podle schématu na obr. 3: Kmitočet přijímaného signálu určuje rezonanční kmitočet obvodu složeného z cívky L_1 (která je navinuta na feritové tyčce) a kondenzátoru C_1 . Údaje L_1 a C_1 uvedené na závěr článku odpovídají kmitočtu 750 až 800 kHz (vzhledem k rozptýlení kapacity kondenzátoru a indukčnosti cívky). Cívka L_2 je také navinuta na tyčce feritové antény, tvoří vlastně s L_1 sekundární vinutí v transformátoru. Přijímaný vlnový signál je přímo přiveden na bázi prvního tranzistoru T_1 .

Tranzistory T_1 a T_2 jsou zapojeny ve dvou zcela shodných stupních, které představují vysokofrekvenční zesilovací členy, naladěné na nosný kmitočet vysíláče, jehož signál přijímáme – laděné obvody v kolektorech obou tranzistorů T_1 a T_2 , tvořené cívkami L_4 a L_6 spolu s paralelními kondenzátory C_3 a C_6 , musí mít stejný rezonanční kmitočet jako vstupní paralelní obvod C_1L_1 . Aby byl každý vlnový zesilovací stupeň oddělen od rozvodu napájecího napětí a nedocházelo k interferenci, je každý z tranzistorů T_1 a T_2 napájen přes člen LC, tvořený nejprve „oddělovací“ cívkou L_3 a L_5 a blokovacím kondenzátorem C_4 a C_7 .

Poslední tranzistor je zapojen jako detekční a reflexní stupeň. Přes vazební kondenzátor C_8 přichází na bázi T_3 prakticky původní, pouze zesílený vlnový signál vysíláče. Ten se zesílí T_3 a transformuje z L_7 do L_8 . Detekční člen tvořený diodou D_1 , kondenzátorem C_{12} a rezistorem R_7 oddělí nízkofrekvenční signál vysíláče od vlnových složek. Takto získaný nízkofrekvenční signál je zaveden jako kladná zpětná vazba zpět na bázi T_3 . Zde se zesílí a můžeme jej poslouchat ve sluchátkách zapojených v kolektoru T_3 . Sluchátka musí mít impedanci větší než 1600 Ω . Nelze tedy v žádném případě použít tzv. nízkohomová sluchátka (s malou impedancí) z telefonních vložek. Kondenzátor C_{11} odděluje nízkofrekvenční signál od vlnových složek.

Mnohé na schématu určité trochu odrázuje množství cívek, které je třeba ručně vinout. V tomto případě je to však jednoduché.

Jako jádro použijeme vždy ferit. Pro L_1 a L_2 tyčku o průměru 10 mm délky 100 až 150 mm. Ostatní cívky jsou navinuty na feritových toroidních jádrech o rozměrech $7 \times 4 \times 2$ mm, rozměry koučků nejsou však kritické ani určující. Můžeme použít takové toroidy, jaké seženeme. Vineme tak, že drát navlékneme do jehly a protahujeme jej středem, jako bychom šili.

Začneme nejprve anténou. Cívka L_1 má 115 závitů, L_2 10 závitů, obě drátem o $\varnothing 0,1$ mm CuL. Každou cívku navineme na papírovou, přešpanovou podložku. Cívka L_1 začíná na kraji feritové tyčky antény, pokračujeme pak cívku L_2 . Vineme závit vedle závitu. Při konečném dolaďování přijímače neodvíváme z žádné cívky závity, ale měníme kmitočet kondenzátoru C_1 . Je možné i cívky L_1 a L_2 vzájemně vůči sobě posunovat po tyčce antény.

Všechny ostatní cívky jsou pak, jak již bylo uvedeno, navinuty na pěti stejných toroidních (prstencovitých) jádrech. Všechny stejným vodičem, drátem o $\varnothing 0,1$ až $\varnothing 0,15$ mm CuL. L_4 a L_6 mají indukčnost asi 460 μ H, 55 závitů s odbočkou na 17. závit, L_3 a L_5 mají indukčnost asi 260 mH, tj. 260 závitů (každá). U vlnového transformátoru tvořeného L_7 a L_8 má L_7 indukčnost 2,4 mH (130 závitů) a L_8 indukčnost 4 mH (170 závitů).

Jednoduchý přijímač

Zhotovit si dnes doma rozhlasový přijímač proto, že jej potřebuji, je nesmysl. Přesto se všechny amatérské časopisy takovými návody jen hemží. Důvod je prostý. Chceme-li si totiž doma udělat jen tak něco pro radost z toho, že nám „neživá hmota“ začne pod rukama hrát či mluvit, tak nejvhodnější je rozhlasový přijímač. Dostaneme se tím do role stvořitele, kterému ta trocha součástek pod rukama obživne.

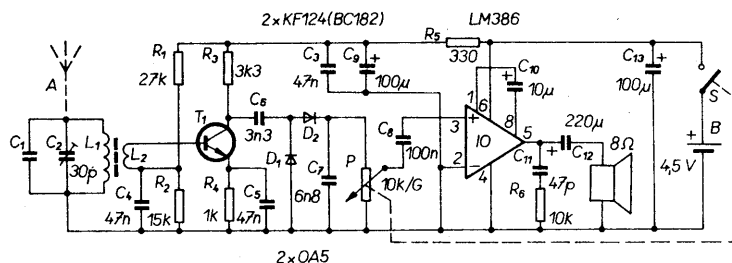
Popis přijímače na obr. 4 je určen jako informace ke zhotovení přenosného přijímače, určeného pro příjem jedné silné stanice v pásmu středních vln. Prohlédneme-li si zapojení na obr. 4 vidíme, že se jedná prakticky o přímozesilující přijímač (nebo použijeme-li klasické amatérské názvosloví, je to

krystalka se zesilovačem). Přijímanou stanicí určuje rezonanční kmitočet laděného obvodu určeného kapacitou paralelně spojených kondenzátorů C_1 a C_2 spolu s indukčností cívky L_1 , která je navinuta na feritové tyčce a tvoří zároveň přijímací anténu. L_1 a L_2 zároveň tvoří vlnový transformátor tak, aby se naladěný vysokofrekvenční signál dostal na bázi tranzistoru T_1 . První stupeň přijímače s tranzistorem T_1 tento signál zesílí. Pak následuje detektor sestavený z diod D_1 a D_2 . Na kondenzátoru C_7 je pak pouze nízkofrekvenční signál, jehož průběh odpovídá hudbě nebo mluvenému slovu z vysílané stanice. Potenciometrem P se nízkofrekvenční signál zeslabuje nebo zesiluje na potřebnou úroveň. Je použit běžný typ potenciometru z malých přenosných přijímačů, který má logaritmický průběh změny odporu a na stejné hřídeli má zároveň spínač, kterým lze vypnout nebo zapnout napájecí napětí z baterie. Konečný stupeň je tvořen integrovaným obvodem. Jeho typ je dán tím, že je přijímač napájen malým napájecím napětím. Na výstup IO lze připojit běžný malý reproduktor 8 Ω bez výstupního nízkofrekvenčního transformátoru.

Nyní k vlastní konstrukci. Pokud má přijímač sloužit jako přenosný (podobně jako walkman nebo jeho doplněk), je vhodné jej postavit jen pro příjem jedné silné středovlnové stanice. Tím, co má k dispozici Q-metr, si potřebnou kapacitu C_1 určí snadno. Ostatní to musí provést buď zkusmo, nebo lze místo C_1 připojit nejprve kondenzátor s proměnnou kapacitou (0 až 500 pF) ze starého rozhlasového přijímače. Když si naladí stanicí, kterou budou na přijímači poslouchat, nahradí jej pevným kondenzátorem o stejné kapacitě.

Cívky L_1 a L_2 navineme vedle sebe závit vedle závitu na tyčku feritové antény. Obě cívky vineme tenkým opředěným lankem nebo lakovaným měděným drátem o průměru asi 0,1 mm. Začneme asi 5 mm od konce cívky L_1 , která má 60 závitů. Pak pokračujeme cívku L_2 s deseti závity. Orientační délka cívky L_1 by měla být asi 30 mm, délka L_2 7 až 10 mm. Průřez feritové tyčky není kritický. Použijeme takovou, jakou seženeme (s kruhovým, čtvercovým nebo obdélníkovým profilem). Délka tyčky by měla být asi 100 mm.

Pro napájení použijeme jednu plochou nebo tři tužkové baterie. Odběr proudu ze zdroje závisí na nastavené hlasitosti reproduktoru a na druhu vysílání (řeč, hudba). V klidu je jen několik miliampérů, při plném zesílení asi 300 mA. Pokud by si někdo chtěl přijímač zhotovit ve stolním provedení, pak samozřejmě může použít místo C_1 proměnný ladící kondenzátor, pak bude možno přijímat stanicí několik. V takovém případě bych však doporučil zvětšit napájecí napětí na 9 V. Přijímač má v takovém případě větší výkon (asi 400 mW). V zapojení je však



Obr. 4. Jednoduchý rozhlasový přijímač

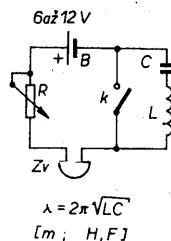
třeba udělat změnu, a to zmenšit odpor rezistoru R_2 na 9,1 k Ω . Zapojení integrovaného zesilovače IO_1 se při této změně nemění. Ve stolním provedení se doporučuje pro zvětšení citlivosti přijímače připojit vnější anténu, která je ve schématu naznačena čárkovaně.

Přijímač lze postavit na desce s plošnými spoji podle obr. 5.

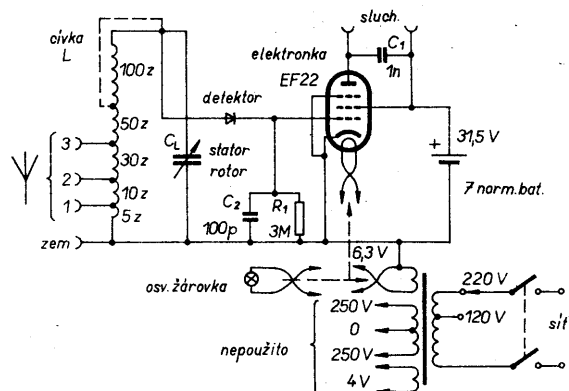
Jednoduchý vlnoměr

Není nic neobvyklého, když se skrovným vybavení domácí dílny nebudeme umět určit kapacitu kondenzátoru C , který u vstupního anténního obvodu přijímače nahrazuje ve dvou předchozích návodech ladící kondenzátor a vlastně přímo určuje tu jedinou stanici, kterou budeme na přijímači přijímat.

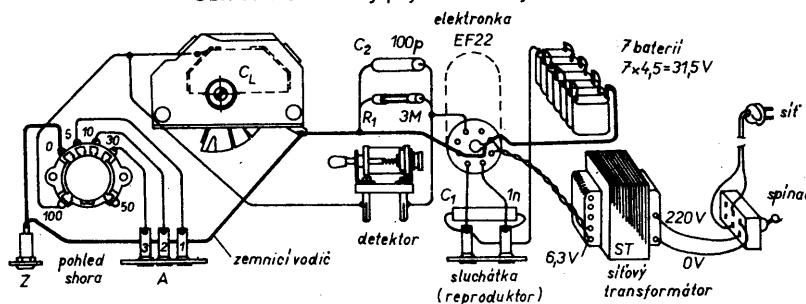
Tyto problémy měli amatéři vždycky a dovolte mi jen na okraj jednu malou radu, která je stará mnoho let. Vlastně všechno je na elektrickém schématu na obr. 6. Jak tedy takový jednoduchý vlnoměr, kterým určíme přesný rezonanční kmitočet obvodu LC pracuje? Nejprve si musíme uvědomit, že stejný rezonanční kmitočet má paralelní i sériový obvod LC , pokud jsou složeny ze stejných součástí. Pro určení rezonančního kmitočtu platí známý vzorec $\lambda = 2\pi\sqrt{LC}$ [m; H, F], údaj o kmitočtu dostaneme vlastně nepřímou, jako vlnovou délku v metrech a kmitočet musíme vypočítat. Přístroj se vlastně skládá jen z baterie 6 až 12 V, běžného stejnosměrného zvonku, který má uvnitř cívku a přerušovací kontakt k . Takovému uspořádání zvonku se také říká Wágnerovo kladívko. Pro regulaci zvonění ještě do obvodu zapojíme malý drátový potenciometr R s odporem



Obr. 6. Elektrické schéma jednoduchého vlnoměru



Obr. 7. Rozhlasový přijímač z doby elektronek



dráhy asi 10 Ω . Zkoumaný obvod LC připojíme paralelně ke kontaktu Wágnerova kladívka. Vlivem velkého množství harmonických kmitů se v obvodu LC vybudí i signál rezonančního kmitočtu a tento obvod pracuje jako vysílač. My si pak vezmeme běžný rozhlasový přijímač a protože jsme již předběžně rezonanční kmitočet LC odhadli, tak se na vysílaný signál snadno naladíme. Po-

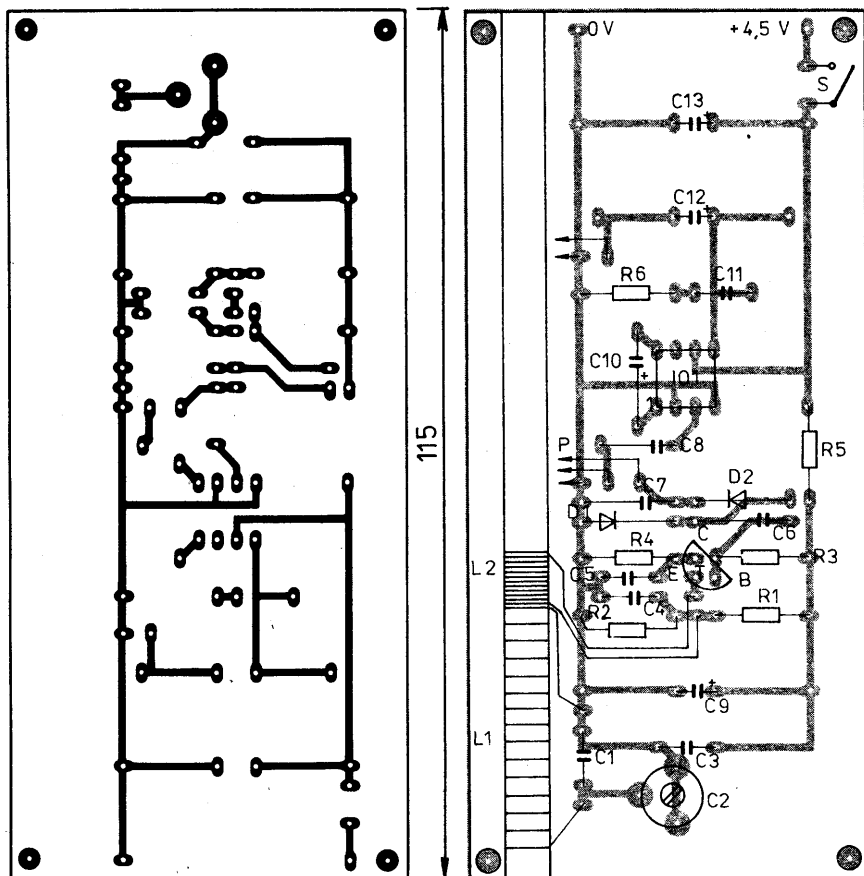
tenciometrem si jen trochu pomůžeme, protože ten mění svou změnou i kmitočet kmitání zvonku.

Rádio od dědečka

Na obr. 7 je elektrické schéma a mechanické provedení velice jednoduchého přijímače, který byl určen pro amatéra krátce po druhé světové válce. Je to tedy dědečkově amatérské rádio, pokud se váš dědeček elektronikou v tehdejší době trochu zabýval. Technicky to je vlastně pouze krystalka s jednostupňovým elektronovým zesilovačem, přímozesilující středovlnný přijímač, podobný předchozím dvěma návodům. Nepředpokládám, že si jej někdo ještě zhotoví – snad jej uvítají však sběratelé starých přijímačů, jichž stále přibývá. Zde jej uvádím především jako příklad pokroku elektroniky a s ní souběžně se rozvíjející amatérské elektroniky.

To, co je při srovnání nejvíce patrné, jsou vlastně velikosti součástek, především zesilovací elektroniky. Všimněte si, že potřebuje dvojí napájecí napětí – žhavicí 6,3 V, které se odebírá ze síťového transformátoru, protože může být i střídavé, a tzv. anodové. Minimální anodové napětí je pro elektronku asi 30 V, což odpovídá sedmi plochým bateriím. Odběr proudu z obou zdrojů napětí je značný. Pro žhavení potřebuje použitá elektronka proud 200 mA, což je příkon $P = 6,3 \cdot 0,2 = 1,26$ W. Anodový proud je sice menší, několik miliampérů, při použitím napětí je však příkon také relativně velký. Když to srovnáme s jakýmkoli dnešním tranzistorovým rádiem, tak zjistíme, že potřebný příkon je asi desetkrát větší. Úspora a jednoduchost napájení je jedním z předpokladů, který umožnil miniaturizaci součástek i celých přístrojů.

Pro ty, kteří se chtějí nad provedením jednoduše zamyslet, uvedu stručný popis funkce. Kmitočet přijímané stanice je určen rezonančním kmitočtem obvodu LC , který je složený z cívky L a ladícího vzduchového kondenzátoru C_L . Jde o stejný obvod jako u dříve popsané krystalky. Detektor (použijeme germaniovou krystalovou diodu)



Obr. 5. Návrh desky s plošnými spoji pro schéma z obr. 5 (deska Z 207)

oddělí nízkofrekvenční složku od vř. signálu, takže na první mřížce elektronky EF22 je již vř. signál z přijímané stanice. Sluchátka s velkou impedancí tvoří zároveň zatěžovací (pracovní) anodový odpor.

Nf technika

Bezdrátový mikrofon

Připojit mikrofon bez kabelu (tedy „bezdrátově“) k zesilovači je pro používání velice pohodlné. Nemusíme za sebou vláčet kabel, který se zaplétá, kroutí, špiní atd. V některých případech je použití bezdrátového mikrofonu úplnou nezbytností, např. když konferenciér pořadí sestoupí mezi diváky nebo tanečníci v sále apod.

Podstatou popisovaného zařízení je malý vysílač, který lze vestavět do kovové roury o průměru 40 mm. Anténu tvoří přesahující kablík o orientační délce 400 mm (viz obr. 8). Ten samozřejmě při manipulaci s mikrofonem vůbec nevadí. Přijímací část tvoří běžný rozhlasový přijímač s rozsahem VKV, kterým se na vysílaný signál doladíme. Vysílací signál má kmitočet asi 110 MHz, stabilitu ± 50 kHz, vysílaný výkon na anténě asi 1 μ W. Vysílač se napájí ze dvou malých akumulátorů NiCd či dvou burelových článků (napětí od 2,5 do 3 V). Odběr ze zdroje je asi 4 mA. Dosah vysílače je malý, orientačně 15 až 20 m, řídí se pochopitelně i citlivostí použitého rozhlasového přijímače. Nř signál z přijímače můžeme pak libovolným, běžným způsobem zpracovat. Použijeme např. vývod pro sluchátka, na který připojíme vstup zesilovače, směšovacího pultu nebo vstup magnetofonu atd.

Činnost „bezdrátového mikrofonu“ (jeho vysílací části) si popíšeme podle schématu na obr. 8. Krystalový mikrofon je připojen přes vazební kondenzátor C_1 na bázi tranzistoru T_1 , který plní funkci zesilovače a modulatoru. Klidový kolektorový proud je kromě odporu zatěžovacího kolektorového rezistoru R_3 určen zejména odporem rezistoru R_2 . Tento proud by měl být orientačně asi 1 mA. Při ožiování je třeba zjistit, jaký signál je na kolektoru tranzistoru T_1 (osciloskopem), zda náhodou vlivem střídavé zpětné vazby tvořené oběma diodami D_1 a D_2 , kondenzátorem C_2 a trimrem P_1 celý stupeň nekmitá parazitními kmity. Nastavením běžce trimru P_1 určujeme zesílení. Trimrem P_2 se nastavuje kmitočtový zdvih. T_2 je zapojen jako oscilátor, kmitající na základním kmitočtu asi 110 MHz. Ten je samozřejmě určen paralelním laděným obvodem C_7L_1 . Pokud bychom chtěli kmitočet mírně změnit, např. proto, že na námi zvoleném kmitočtu ruší nějaká stanice, tak postačí poněkud změnit rozteče cívky L_1 . Požadujeme-li větší změnu kmitočtu, musíme změnit kapacitu kondenzátoru

C_7 . Kondenzátor C_6 lze realizovat jako dva izolované dráty, vzájemně stočené v délce asi 10 až 15 mm. Přesnou kapacitu kondenzátoru již po zapájení drátů do desky s plošnými spoji upravíme zkracováním obou drátů štipáčkami až při ožiování přístroje. Stejnsměrný pracovní bod oscilátoru je určen odporem rezistoru R_4 . Klidový kolektorový proud T_2 je asi 2 mA. Tranzistor T_3 je zapojen jako výkonový koncový stupeň (pokud ovšem lze o výkonu při 1 μ W na anténě vůbec hovořit). Klidový kolektorový proud tohoto tranzistoru je asi 2 mA.

Jako spínač S doporučuji použít malý mikrospínač, kterým se při stlačení celý bezdrátový mikrofon zapne. Zda spínač upravíme jako tlačítko či klasický spínač určíme podle toho, k jakému účelu hodláme zařízení provozovat. Pro stálý odposlech je nutný „klasický“ spínač, pro reportáž je šikovnější tlačítko.

Jako u každého vř. zařízení je důležité při stavbě rozložení součástek, to je v našem případě dáno deskou s plošnými spoji na obr. 9. Závěrem ještě k realizaci cívek L_1 až L_3 . Všechny jsou navinuty měděným drátem na průměru 4 mm. Jsou samonosné, pájejí se do příslušných plošných spojů s co nejkratšími vývody. L_1 má 6 závitů, L_3 7 závitů drátu o průměru 0,6 mm. L_2 má 3 závitů drátu o průměru 0,4 mm. L_1 a L_2 jsou v jedné ose tak, aby mezi nimi byla vazba a celek pracoval jako vř. transformátor. Všechny cívky jsou bez jádra.

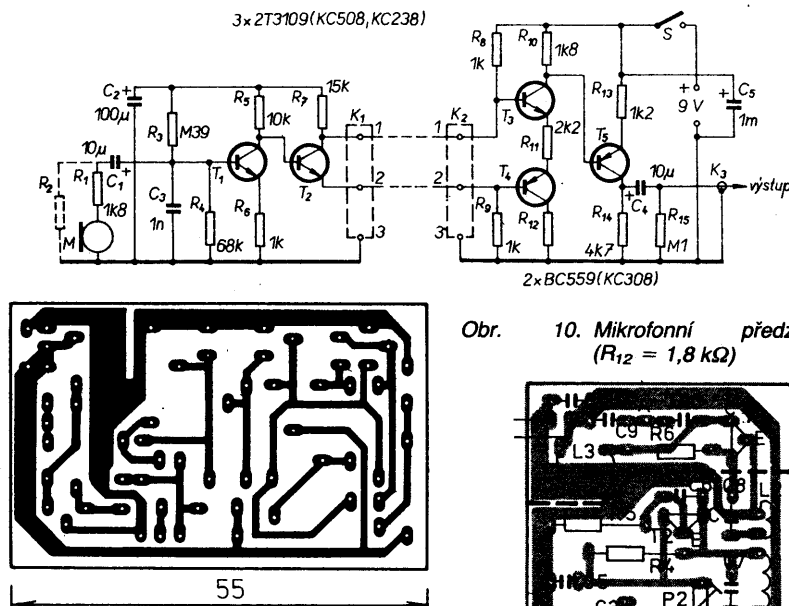
Mikrofonní předzesilovač

Musíme-li k mikrofonu použít delší šňůru, je nutný předzesilovač. Důvody jsou známe. Dlouhé kabely spojující mikrofon se vstupem

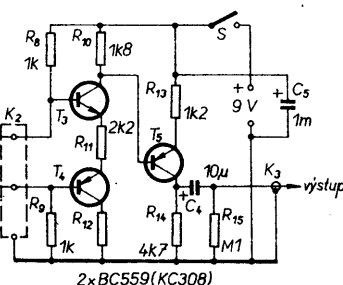
zesilovače jsou zdrojem šumu a signál zeslabují. Navíc ani stínění u delší šňůry nezbaví tomu, aby se do vstupu zesilovače nenaindukovaly rušivé signály.

Jaké má mít dobrý předzesilovač vlastnosti? Ideální je, může-li se použít standardní dvojžilová stíněná šňůra s běžnými nízkofrekvenčními konektory – tedy když použití předzesilovače nevyžaduje nějakou nestandardní připojovací nebo spojovací součástku. V tomto smyslu bývá někdy potíž s napájením. Předzesilovač by měl být napájen dálkově z místa, kde je umístěn zesilovač nebo směšovací pult. Signál se musí přenášet na co nejmenší impedanci, aby šumové poměry byly co nejvýhodnější. Naopak se nekládou žádné zvláštní požadavky na napěťové zesílení signálu – často stačí pouze malé zesílení k tomu, aby se získal výhodný odstup signál-šum.

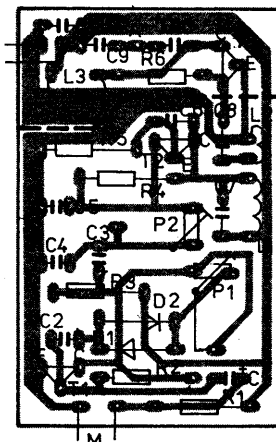
Zapojení mikrofonního předzesilovače podle obr. 10 splňuje všechny požadavky a navíc mu nechybí konstruktérský vtíp. Nestandardní je jeho rozdělení na dvě části, což elegantně řeší problémy s napájením a přenosem na malé impedanci. Mikrofon M je připojen přes přízpusobovací rezistor R_1 (případně R_2) k vazebnímu kondenzátoru C_1 . Následuje předzesilovač s tranzistorem T_1 , k němuž je připojen emitorový sledovač tvořený tranzistorem T_2 . Napěťové zesílení obou těchto stupňů je asi 10. Malý přenosový odpor je v podstatě určen rezistorem R_9 , jehož odpor můžeme volit i menší než 100 Ω . T_1 i T_2 se všemi svými pasivními prvky jsou umístěny v rukojeti mikrofonu. Obě části jsou spojeny kabelem mezi konektory K_1 a K_2 . Protože celý předzesilovač je stejnosměrně vázaný, je i levá část včetně



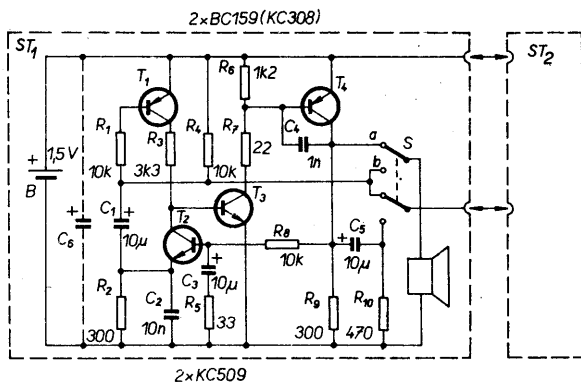
Obr. 8. Zapojení bezdrátového mikrofonu



Obr. 10. Mikrofonní předzesilovač ($R_{12} = 1,8 \text{ k}\Omega$)



Obr. 9. Návrh desky s plošnými spoji pro zapojení z obr. 8 (deska Z 208)



Obr. 11. Hlasitý telefon s malým napájecím napětím

mikrofonu napájena z jednoho místa napětím +9 V. Zesilovač v pravé části schématu se skládá z dvojitinného stupně, tvořeného komplementární dvojicí tranzistorů T_3 a T_4 . Zesílení je asi 4. Výstupní člen tvořený tranzistorem T_5 je opět pouze stupeň, který odporem svého kolektorového rezistoru (R_{14}) vytváří impedanční přizpůsobení ke vstupu následujícího směšovacího pultu nebo zesilovače.

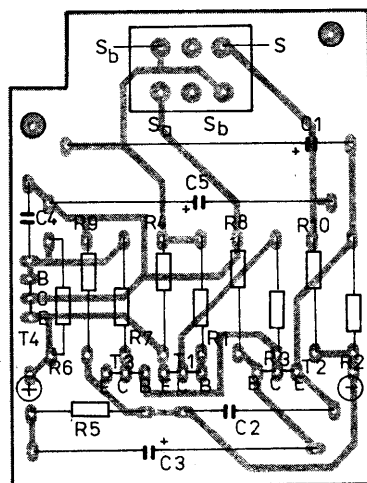
K praktické činnosti je třeba poznamenat, že pro bezšumový provoz je třeba zajistit napájecí napětí +9 V s minimálním zvlněním. Zdroj může být nestabilizovaný, odběr je menší než 200 mA. V případě oscilací se někdy k filtračním kondenzátorům C_2 a C_5 přidávají paralelně ještě „bezindukční“ polštářkové kondenzátory o kapacitě 50 až 100 nF. Všechny tranzistory by měly být typy s co nejmenším šumem, určené pro nf zesilovače. Tranzistory T_3 a T_4 , tvořící komplementární dvojici, by měly být párovány, tj. vybrány tak, aby jejich zesilovací činitel h_{21E} byl shodný.

Při ožívování si bez signálu zkontrolujeme úroveň stejnosměrných napětí: Na kondenzátoru C_2 by mělo být napětí asi 4,2 V, na přenosovém vedení, svorka 1, asi +6 V, svorka 2, asi +2,5 V a na kolektoru T_5 asi +4,5 V, měřeno vůči nulové svorce napájecího napětí +9 V.

Hlasitý telefon s malým napájecím napětím

Zařízení se skládá z dvou prakticky totožných stanic ST_1 a ST_2 , které jsou spolu spojeny dvoudrátovým vedením. Na kratší vzdálenost si můžete dovolit i spojení jedním drátem a místo druhého použít pouze dobré uzemnění. Provede se to tak, že + vývod baterie na každé stanici se spojí s vodovodním potrubím nebo tělesem ústředního topení. Každá ze stanic ST_1 a ST_2 má svůj napájecí zdroj, kterým je jeden monočlánek B o napětí 1,5 V. Můžeme jej nahradit i jedním akumulátorem NiCd. Protože v klidovém stavu je odběr ze zdroje asi 1 μ A, nepotřebuje žádná ze stanic spínač napájení. To má tu výhodu, že soustava těchto dvou stanic je neustále v pohotovostním stavu, připravena k provozu.

Každá stanice má pouze jeden ovládací prvek, kterým je spínač S (typu Isostat). Do polohy *b* uvádíme spínač jen tehdy, když chceme mluvit s protistranou. Mluví-li někdo na druhé stanici, nemůžeme hovor ani vy-

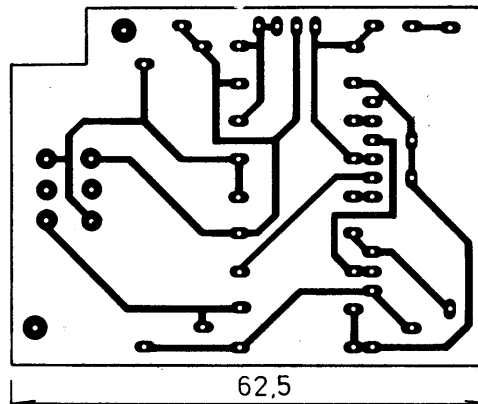


Obr. 12. Deska s plošnými spoji jedné účastnické stanice hlasitého telefonu z obr. 11 (deska Z 209)

pnout, ani ztlumit. Jako reproduktor a mikrofon současně slouží běžný dynamický reproduktor 8 Ω z tranzistorového rádia – ten tedy plní dvě funkce: není-li S v poloze *b* u jedné ze stanic, tak reprodukuje to, co říká protistrana. Je-li spínač v poloze *a*, tak pracuje reproduktor jako dynamický mikrofon. Mluvíme do něj ze vzdálenosti 20 až 40 cm.

Činnost je patrná ze schématu (obr. 11). Přichází-li od druhé stanice nízkofrekvenční hovorový signál, zesílí se tranzistorem T_1 , přichází na bázi T_3 a přes R_7 na koncový tranzistor T_4 . Ten má v kolektoru zapojen přímo reproduktor. Tranzistor T_2 ovládá střídavou zpětnou vazbu o velikosti R_8/R_5 , která udržuje zesílení střídavého nf signálu na určité velikosti. Kondenzátor C_4 zabraňuje tomu, aby se poslední stupeň s T_4 rozkmitával.

Při spínači v poloze *b* se odpojí reproduktor od kolektoru T_4 a připojí se na vstup kaskádního zesilovače. Když do reproduktoru začneme mluvit, začne se vytvářet střídavý nf signál, který se v kaskádě tranzistorů T_1 , T_3 a T_4 zesílí. Z kolektoru T_4 přes vazební



kondenzátor C_5 se vede nf signál vedením na vstup partnerské stanice (ST_2). Protože ta je zapojena totožně, tak se v ní signál ještě příslušně zesílí a reprodukuje. Jak plyne z popisu, může současně mluvit jenom jeden z abonentů. Přenos je tedy možný vždy jen jedním směrem.

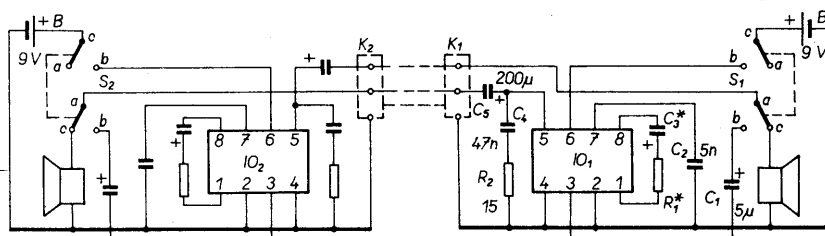
Deska s plošnými spoji jedné účastnické stanice je na obr. 12.

Hlasitý telefon s integrovaným nf zesilovačem

Hlasitý telefon je v podstatě určen k tomu, čemu říkáme dispečerská služba. Klasické použití spočívá ve spojení mezi sekretářkou a kanceláří šéfa. Tam taková věc patří přímo k bontonu. Velice výhodný je i v domácnosti. Máme-li jej umístěný před vratky nebo domovními dveřmi, můžeme se s návštěvou domluvit, dříve než ji vpustíme dovnitř.

Přístroje musí být samozřejmě dva a jsou svým mechanickým i elektrickým provedením totožné. Proto jsou také hodnoty součástek uvedeny jen v pravé části schématu (obr. 13), u jedné stanice. Každá stanice má jeden aktivní prvek, integrovaný obvod LM386, svůj napájecí zdroj, kterým je baterie 9 V a jediný ovládací prvek, kterým je spínač S (tlačítko), který stiskneme jen tehdy, když chceme něco protistraně sdělit.

Integrovaný obvod LM386 je operační výkonový zesilovač, pracující s malým napětím. Používáme u něj pouze neinvertující vstup 3. Druhý vstup (2) zesilovače, tzv. invertující, je uzemněn, tedy spojen s 0 V napájecího zdroje. Jak jsme si řekli, stanici ovládáme jediným spínačem (tlačítkem typu Isostat). Jakmile spínač přepneme (tlačítko stiskneme), přivedeme na svorku 6 integrovaného obvodu IO_1 napájecí napětí +9 V. Druhý díl spínače (tlačítko) připojí reproduktor přes vazební kondenzátor C_1 ke vstupu 2 zesilovače. Tím je integrovaný obvod v činnosti. Začneme-li do reproduktoru mluvit, pracuje jako dynamický mikrofon a na výstupu 5 zesilovače dostaneme nízkofrekvenční signál. Ten pak vedeme přes vazební kondenzátor C_5 na konektor K_1 . Následuje vede-



Obr. 13. Hlasitý telefon s integrovaným obvodem

ní, spojující obě stanice. V druhé stanici máme na vedení připojen (přes klidový kontakt spínače) reproduktor protistanice. Když tedy v jedné stanici do reproduktoru mluvíme při spínači v poloze *a-c*, druhý reproduktor řeč reprodukuje.

Propojení mezi stanicemi je v podstatě třížilové. Každý výstup zesilovače „má svůj drát“. Třetím vodičem je společná zem, se kterou jsou spojeny „nuly“ napájecích napětí. Nejvhodnější je použít běžné nízkofrekvenční mikrofonní konektory a stíněnou dvoužilovou mikrofonní šňůru.

C_4R_2 jsou korekční členy, C_2 se používá podle doporučení výrobce integrovaného obvodu. R_1 a C_3 , které jsou ve schématu označeny hvězdičkou, tvoří zpětnou vazbu a určují střídavé zesílení. Pro $C_3 = 10 \mu F$ a $R_1 = 1 k\Omega$ je zesílení $A = 150$. Jako reproduktory poslouží běžné dynamické typy o impedanci 8Ω , o \varnothing např. 125 mm. Všechny elektrolytické kondenzátory jsou na 15 V.

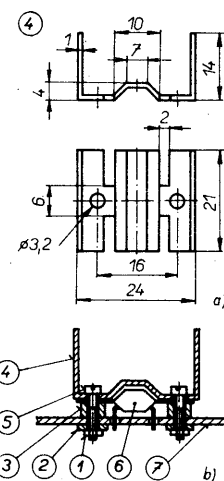
Hlasitý konferenční telefon

Popisované zařízení je v podstatě vzájemně propojená síť abonentských stanic, označených ve schématu na obr. 14 A_1 , A_2 a A_3 . Všechny stanice jsou z hlediska zapojení zcela totožné. Síť je napájena z jednoho místa tak, že jedna (libovolná) stanice má

připojen napájecí zdroj. Jeho zapojením pak se celá síť aktivuje. Jednotlivé stanice jsou mezi sebou propojeny dvoužilovým vedením.

Z hlediska funkce žádná ze stanic není nad druhou povýšena, takže všechny tři mají prakticky stejnou prioritu. Uvnitř stanice je dynamický reproduktor, zesilovač a na panelu dvě tlačítka. Použitý dynamický reproduktor o impedanci 8Ω má dvě funkce. Jednak reprodukuje hovor z druhých dvou stanic, jednak pracuje jako dynamický mikrofon. Když stlačíme některé z tlačítek T_1 , připojíme jej na vstup zesilovače. Tlačítka je vhodné použít typu Isostat. Žádná stanice nemá kromě obou tlačítek žádné jiné ovládací prvky. To bývá u hlasitých telefonů zvykem proto, aby nebylo možné stanici vypínacem vyřadit nebo nastavit regulátor hlasitosti tak, že protistanici nebude slyšet.

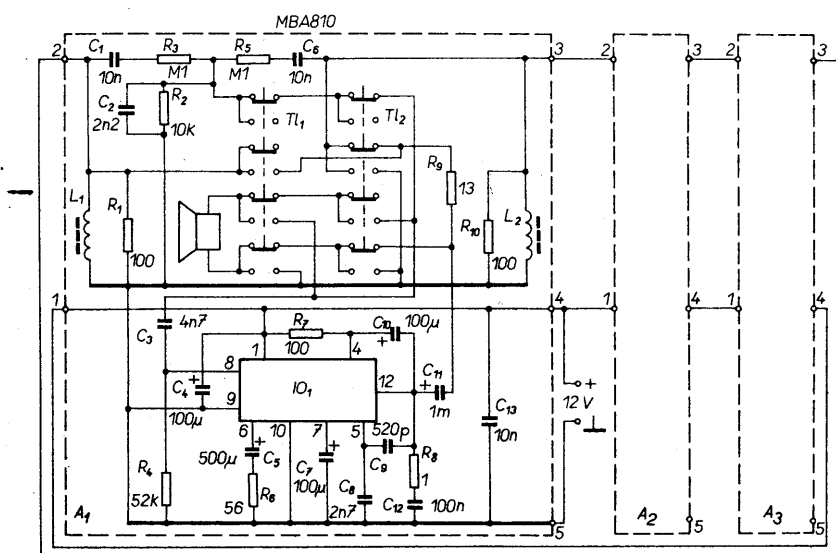
Každá stanice je neustále na příjmu. Tlačítko stiskneme, jen když chceme hovořit. Stiskneme-li v našem případě tlačítko T_1 , tak hovoříme se stanicí A_2 , stiskneme-li tlačítko T_1 , tak mluvíme se stanicí A_3 . Lze stlačit i dvě tlačítka současně, pak mluvíme k oběma dalším stanicím v síti. Teoreticky lze síť rozšířit i na větší počet stanic, pak bychom však při uspořádání obvodu podle obr. 14 mohli mluvit vždy jen se sousedními stanicemi.



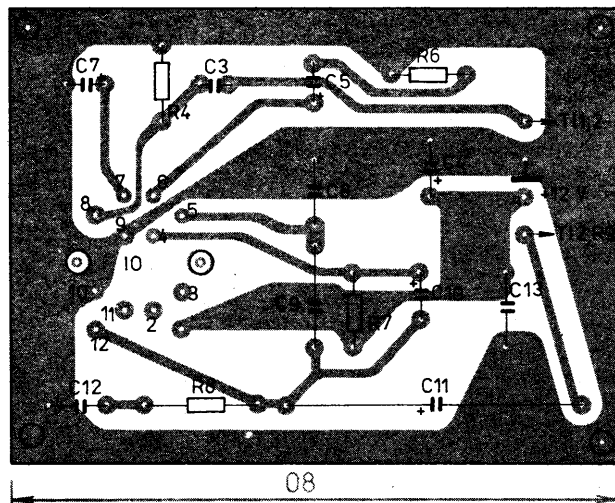
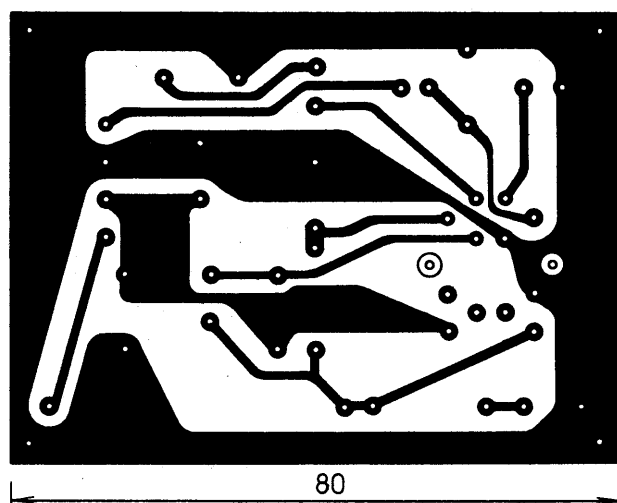
Obr. 15. Chladič pro MBA810

Základem každé stanice je nízkofrekvenční zesilovač MBA810 s vestavěnou tepelnou ochranou. Ta určitým způsobem chrání každou stanici před přetížením na straně zátěže nebo před zkraty na vedení. Vezmeme-li si katalog polovodičových součástek, zjistíme, že MBA810 je na našem schématu zapojen se všemi korekcemi přesně tak, jak to doporučuje výrobce. Tj. součástky R_4 , R_6 , R_7 , R_8 , C_4 , C_5 a C_7 jsou katalogem určené korekční členy. Dodržení doporučených odporů rezistorů a kapacit kondenzátorů dává záruku stability zapojení, šířky přenášeného pásma od 50 Hz do 15 kHz a činitele zkreslení menšího než 2 %. Členy R_3C_1 a R_5C_5 určují velikost záporné zpětné vazby a celkové zesílení. Cívky L_1 a L_2 pracují jako oddělovací tzv. hovorové tlumivky, známé u běžných telefonních přístrojů.

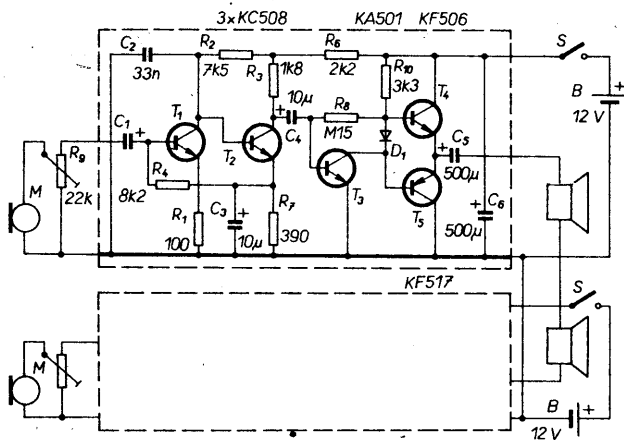
Nejsou-li stlačena hovorová tlačítka, tak každá ze stanic odebírá ze společného napájecího zdroje klidový proud max. 20 mA. Jakmile začneme v některé stanici mluvit, odběr proudu se zvětší podle vybuzení zesilovače nízkofrekvenčním signálem až na asi 0,5 A. Tlumivky L_1 a L_2 jsou totožné. Můžeme použít již vzpomínané typy z telefonních aparátů. Pokud je budete muset zhotovit, použijte feritové jádro $E10 \times 8$ mm nebo i větší. Cívka má asi 1400 závitů drátu o $\varnothing 0,1$ mm CuL. Indukčnost tlumivky není v žádném případě pro činnost zesilovače kritická.



Obr. 14. Hlasitý konferenční telefon



Obr. 16. Deska s plošnými spoji pro zesilovač hlasitého telefonu z obr. 14 (deska Z 210)



Obr. 17. Duplexní hlasitý telefon (kondenzátor C_1 se volí podle impedance mikrofonu a zvolené šířky přenášeného pásma)

K napájení celé sítě potřebujeme dobře filtrovaný napájecí zdroj o napětí 12 až 13 V, které může být i nestabilizované. Vzhledem k tomu, že se předpokládá trvalé zapnutí, je vhodný zdroj předdimenzovat (pro odběr asi 1 A). Síť je samozřejmě možné napájet i z baterií, možný je i automobilový akumulátor. Zde je třeba upozornit, že integrované obvody mohou být napájeny napětím až 15 V.

Při oživování zkusíme především citlivost jednotlivých zesilovačů. Při kmitočtu zkušebního generátoru 1000 Hz a napětí 60 mV přivedeném na vstup IO bychom měli na výstupu dostat efektivní napětí 3 V. Pokud chceme jinak nastavit hlasitost reproduktoru, musíme změnit odpory rezistorů v záporné zpětné vazbě, tj. R_3 a R_5 . Jen si je třeba uvědomit, že změnou odporu R_3 ve stanici A_1 měníme hlasitost stanice A_3 . Změnou R_5 v A_1 měníme hlasitost ve stanici A_2 . Tak potom postupujeme analogicky v celé síti.

Chladič pro integrovaný obvod je nutný, jeho rozměry a provedení jsou na obr. 15. Celý zesilovač (stanici) lze postavit na desce s plošnými spoji podle obr. 16.

Duplexní hlasitý telefon

Většina hlasitých telefonů nebo tzv. interkomů je konstruována s přepínačem příjem-hovor. Obvykle je neustále zapojený odposlech a když chceme mluvit, tak stiskneme tlačítko. V době, kdy mluvíme, samozřejmě protistranu neslyšíme.

Konstrukce podle schématu na obr. 17 zabezpečuje tzv. duplexní provoz bez jakéhokoli přepínání (jako když s druhou osobou mluvíte osobně) – prostě si můžete vzájemně skákat do řeči. Je to totéž jako v normálním telefonním přístroji. Nevýhodou je zde nebezpečí akustické zpětné vazby, kdy se celá soustava může rozhoukat. Proto konstrukce musí být provedena tak, aby se možnost akustické zpětné vazby co nejvíce potlačila. Obvykle se osy mikrofonu a reproduktoru volí tak, aby byly na sebe kolmo, někdy úhel mezi výřažovacími charakteristikami se volí i větší. Před každým účastníkem je mikrofon a každé zařízení má svůj reproduktor.

Po konstrukční stránce se volí takové uspořádání, že mikrofon i reproduktor jsou součástí jedné skříňky, která obsahuje i zesilovač a napájecí zdroj. Obě stanice jsou propojeny dvoudrátovým vedením.

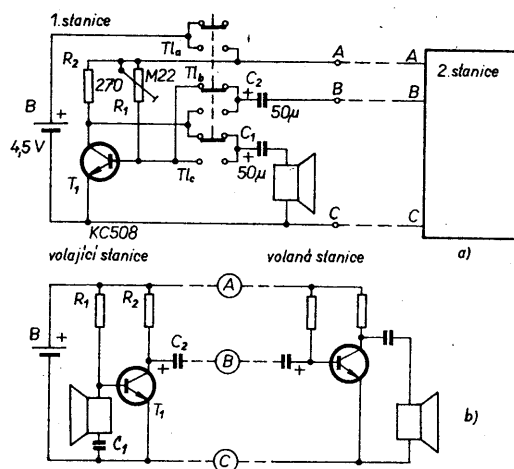
Pokud bychom jednu stanici zvolili jako řídicí, je možné obě napájet z jednoho společného napájecího zdroje o napětí +12 V. Pak samozřejmě musíme pro propojení přidat ještě jeden vodič. V tomto případě by postačila dvojžilová šňůra se společným stíněním. Spínač napájení postačí jen jeden v místě, kde je napájecí zdroj.

Z hlediska elektrického zapojení součástek jsou obě stanice shodné a jejich konstrukce může být zcela totožná. Mikrofon je připojen ke vstupu zesilovače přes odporový trimr R_9 . Ten je zároveň regulátorem hlasitosti. Bývá zvykem, že u interkomů se hlasitost nastavuje jednou provždy, aby nebylo možno manipulaci s regulátorem hlasitosti vyřadit stanici z provozu. V konstrukčním uspořádání postačí, když je trimr přístupný pod panelem přístroje šroubovákem.

První dva stupně zesilovače, T_1 a T_2 , jsou stejnosměrně vázány, T_2 je zapojen jako emitorový sledovač, kde člen C_3R_4 představuje zápornou zpětnou vazbu, která zajišťuje stabilitu zesílení. Následující tranzistor T_3 budí komplementární koncový stupeň, tvořený párovanou dvojicí doplňkových tranzistorů T_4 a T_5 . Dvoutaktní provoz obou tranzistorů zajišťuje při zatížení dvěma reproduktory 8 Ω výstupní výkon asi 0,5 W při buzení vstupním signálem 2 mV.

Vtip celého zapojení je v tom, že koncové stupně obou stanic pracují do dvou vlastních stejných reproduktorů, přičemž je každý reproduktor umístěn v jiné stanici.

Každá stanice musí mít ještě dodatečnou filtraci napájecího napětí kondenzátorem C_6 , aby mezi zesilovači nenastávala kladná zpětná vazba přes vnitřní odpor napájecích zdrojů. Napájecí zdroj pro jednu stanici by měl být dimenzován na odběr 500 mA.



Obr. 18. Jednoduchý interkom

Jednoduchý interkom

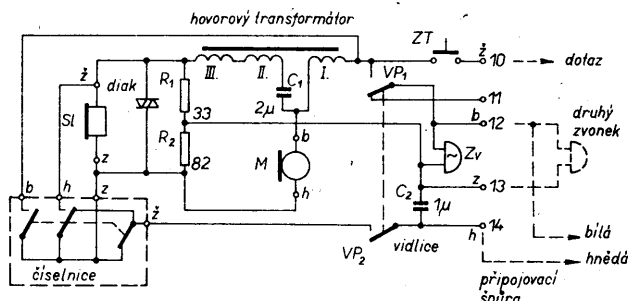
Ke sbírce různých zapojení hlasitých telefonů – interkomů rozhodně patří jednoduché zapojení podle obr. 18. Každá stanice má pouze jeden tranzistor, trojitě přepínací tlačítko Isostat, dva rezistory, dva kondenzátory a reproduktor, který, jak je u takových zařízení obvyklé, pracuje buď jako dynamický mikrofon, nebo jako reproduktor. Je použit typ ARZ 098, který má impedanci 75 Ω .

Vtip celého zapojení je v tom, že všechny aktivní prvky (tedy jak u vysílací stanice, tak u stanice, která je jenom na příjmu) jsou plně využity. V klidu je každá stanice bez napětí. To se připojí, stiskneme-li tlačítko T_1 , tj. když chceme mluvit s protistranou. Jak vypadají celkové poměry v takovém případě, vidíte na schématu (obr. 18b) pro lepší pochopení jsou vynechány kontakty přepínacích tlačítek. Po vodiči A připojíme napájecí napětí i ke stanici, která je na příjmu. Nízkofrekvenční signál zesílí jak tranzistor na straně volané, tak tranzistor u volající stanice. Pak samozřejmě jednoduchý zesilovač v každé stanici k hlasité reprodukci bohatě stačí.

Propojení mezi stanicemi je třemi vodiči nebo dvojžilovým stíněným kabelem. Pokud použijete aretovaná tlačítka, můžete použít interkom i pro dálkový odposlech např. dětského pokoje, v němž spí kojenec nebo si hrají děti. Teoreticky nic nebrání tomu, propojit i větší počet stanic než dvě. Každopádně ovšem počet účastníků nemůže být příliš velký, maximálně pět.

Hlasitá reprodukce telefonních hovorů

Telefonní přístroj, který máte doma a je připojen na veřejnou telefonní síť, není váš. Máte jej od telefonní správy pouze pronajatý. Správa „nemá ráda“, když se do jejich telefonního přístroje zasahuje nebo k telefonním přívodům něco připojuje. Dokonce je schop-



Obr. 19. Elektrické schéma běžného telefonního přístroje

na vás při neuposlechnutí i potrestat. Připojení dalšího přístroje nebo zvonku mnohdy v ústředně podle zatížení zejména vyzvánějícím proudem poznají. Zapojení běžného klasického telefonu je na obr. 19. Lze samozřejmě připojit několik telefonních přístrojů paralelně, lze i připojit k jedinému přístroji ještě paralelní zvonek. Neměli bychom to však nikdy z výše uvedených důvodů dělat sami – pokud však potřebujeme dva přístroje, tak o to požádáme telefonní správu a oni nám pronajmou další telefon. Totéž platí o paralelním zvukonu.

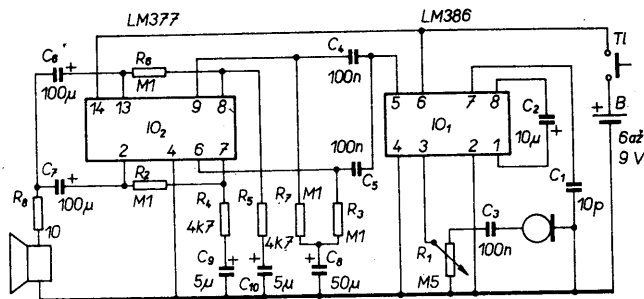
S ústřednou je každý telefon, jak plyne ze schématu, spojen dvojžilovou šňůrou. Pěkné je, že telefonáři poměrně důsledně dodržují barvy vodičů. V našem schématu jsou vždy místa konektorů označena písmeny, odpovídajícími barvám drátů, takže připojovací šňůra telefonu je bílá – hnědá. Tlačítko ZT v domácnosti nepoužíváme. Slouží většinou v podnicích a institucích ke zpětnému spojení s ústřednou nebo pro přepojení hovoru na jiného abonenta. Jak si tedy za daných tvrdých podmínek můžeme pořídit hlasitou reprodukci telefonních hovorů, když se na žádný drát nesmíme připojit?

Každý telefonní přístroj obsahuje tzv. hovorový transformátor, přes který jdou všechny nf signály. Pokud v blízkosti telefonního přístroje na vhodném místě umístíme cívku s otevřeným feritovým jádrem, tak se do ní budou hovorové proudy indukovat. Potíž je v tom, že každý typ telefonu má hovorový transformátor trochu jinak umístěný, takže místo pro indukční snímáč musíme najít zkusmo.

Schéma zařízení k hlasité reprodukci je na obr. 20. Základem je indukční snímáč L, což je cívka s jádrem z feritové tyčky o průměru 8 mm a délky 25 mm, na které je navinuto (v kostičce) asi 3000 závitů drátu o \varnothing 0,1 mm CuL. Počet závitů není kritický, mnohdy vystačíme již s hotovou cívku ze starého relé, neboť ty mívají řádově stejný počet závitů. U některých telefonních přístrojů lze umístit snímáč cívku tak, aby byla součástí desky, na které je aparát postaven. Cívka má průměr dolního obvodu telefonního přístroje a ten je do ní jaksi celý posazen. Postačí pouze dolním okrajem asi 20 mm hluboko, aby se vyloučil vliv kovového dna telefonního přístroje.

Cívka L, která snímá telefonní hovory, je připojena přes vazební kondenzátor C_1 na první stupeň zesilovače, který je tvořen tranzistorem T_1 . Přístroj se může zapínat (stejně jako např. rádio) spínačem, který je spřažen s potenciometrem R_4 , který slouží k nastavení hlasitosti reprodukce. Následuje integrovaný nf zesilovač MBA810, který vlastně určuje vlastnosti koncového stupně celého zařízení. Zapojení jeho korekčních členů je doporučeno výrobcem. Protože zesilovač má výstupní výkon až 5 W a vnitřní ochranu proti přetížení, můžeme si

Obr. 21. Megafon



dovolit připojit libovolný reproduktor (4, 8 nebo 16 Ω).

Je si třeba uvědomit, že pokud je zesilovač s reproduktorem ve stejné místnosti jako telefonní aparát, může vznikat kladná akustická zpětná vazba přes mikrofon telefonu. To se projeví nepřijemným rozhováním celého zařízení. Tomu lze zabránit jen vhodným umístěním v místnosti tak, aby reproduktor nebyl nikdy směřován na telefonní přístroj, jehož signál se zesiluje.

Elektrický megafon

Víme, že promluvit k většímu davu lidí je z hlediska hlasového namáhání dost obtížné. Kdysi se používaly hlásné trouby, což je v podstatě na konci rozšířená trubice. Ta už svým způsobem umocňuje hlasový projev. Je to dáno tím, že se zvukové vlny usměřují jedním, potřebným směrem. Elektrický megafon je též jakási hlásná trouba, jejíž účinek je umocněn elektronikou. Obsahuje mikrofon, zesilovač, napájecí baterie a reproduktor.

Požadavky na jednotlivé díly vlastně plynou z funkce a účelu použití. Nároky na kvalitu nf přenosu jsou zanedbatelné. Když to vyjádříme lapidárně – postačí, když bude hlasovému projevu rozumět. Tedy žádné Hi-Fi, žádné požadavky na přenosové kmitočtové pásmo a nelineární zkreslení. K přenosu řeči v tomto případě bohatě vyhovuje přenosové pásmo od 100 Hz do 1 kHz. Požaduje se však co nejmenší váha, neboť přístroj uživatel drží obvykle neustále v ruce. Z toho plyne nutnost jednoduché, technicky triviální konstrukce. Samozřejmým parametrem kvality je i co největší akustický výkon. Zároveň musíme volit i vhodný kompromis pro napájecí baterie. Napájecí napětí je limitováno impedancí reproduktoru (ze „spodní“ strany), při větším napětí vyžadují použité baterie větší prostor a přístroj přibývá na váze.

V uváděné konstrukci megafonu podle schématu na obr. 21 jsou použity dva integrované obvody (IO₁ a IO₂). Předzesilovač je tvořen integrovaným zesilovačem mezifrekvenčního signálu (typ LM386). Ten se spokojí i s relativně malým napájecím napětím. Druhým integrovaným obvodem, IO₂, je LM377, což je dvojitý zesilovač nízkofrekvenčního signálu s výstupním výkonem 2 × 2 W.

Nyní popis funkce. Mluvíme do mikrofonní vložky M. Nutný je krystalový typ, neboť zapojení vyžaduje rozkmit výstupního signálu mikrofonu okolo 200 mV. Signál z mikrofonu jde přes vazební kondenzátor C_3 na potenciometr P_1 . Potenciometrem řídíme hlasitost celého zařízení. Běžec potenciometru je připojen na neinverující vstup 3 zesilovače IO₁. Druhý, inverující vstup 2 je uzemněn. Zesílení tohoto předzesilujícího stupně se nastavuje jako pevné kondenzátorem mezi vývody 1 a 8. V našem případě kapacita kondenzátoru C_2 (10 μ F) zabezpečuje zesílení $A = 200$. Výstup z IO₁ ze svorky 5 je veden přes vazební kondenzátory C_4 a C_5 na dva vstupy 6 a 9 dvojitého nf zesilovače IO₂. Jsou použity oba jeho kanály, které jsou identické. Oba vstupy, ale i oba výstupy 2 a 13 jsou spojeny přes vazební kondenzátory paralelně. Zesílení koncového stupně je v podstatě určeno zápornou zpětnou vazbou, která je u každé části zavedena zvlášť. Tvoří ji v jedné větvi R_2 , R_4 a C_9 , v druhé části R_5 , R_6 a C_{10} .

Na výstupy je připojen přes malý omezovací rezistor R_8 běžný reproduktor s impedancí 8 Ω . Obvykle postačí průměr 125 mm. Napájecí napětí může být nestabilizované v mezích 6 až 9 V (z baterií nebo akumulátorů NiCd). Odběr proudu je dán nf výkonem a je různý podle vybuzení koncového stupně celého zesilovače. Za funkčně nejvhodnější se považuje zapínání pouze tlačítkem, které umístíme v rukojeti megafonu (jako spoušť pistole).

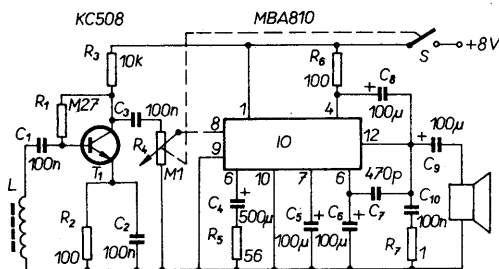
Akustický indikátor světla

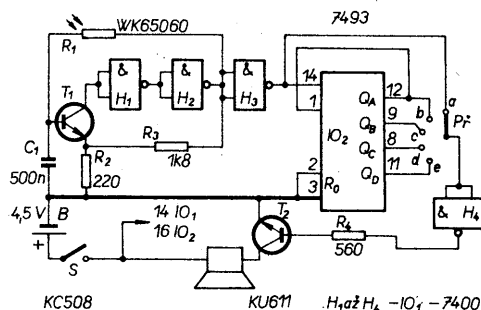
Z funkčního hlediska je přístroj vlastně obrácenou, jaksi naruby pracující barevnou hudbou. Mění-li se intenzita dopadajícího světla, tak se mění v rytmu této změny tón v reproduktoru. Přístroj pracuje tak, že za tmy generátor vydává velmi vysoký tón. Jakmile na fototranzistor R_1 začne dopadat světlo, tón v reproduktoru se přímo úměrně s osvětlením snižuje.

K čemu takovýto přístroj slouží? Je vhodnou pomůckou pro nevidomé, kterým umožňuje alespoň částečnou orientaci směrem k největší intenzitě osvětlení. Lze jej použít i pro střežení objektů, kdy zastínění světelného zdroje např. přicházející osobou můžeme indikovat dálkově. Používá se i jako doplněk iluzionistických produkcí. V zásadě může sloužit i jako měřič intenzity světla pro případy, kdy potřebujeme intenzitu vyjádřit číselným signálem. Přístroj je vlastně převodníkem intenzity světla na kmitočet s charakteristicky danou převodní charakteristikou použitého fotorezistoru.

Činnost přístroje si popíšeme podle schématu na obr. 22. Základem je stále kmitající

Obr. 20. Připojení snímáče telefonních hovorů





Obr. 22. Akustický indikátor světla

Jednoduchý zvonek se senzorovým tlačítkem

generátor pravoúhlých impulsů, tvořený dvěma hradly H_1 a H_2 (TTL NAND) spolu s tranzistorem T_1 . Základní kmitočet generovaných impulsů určuje časová konstanta $C_1 R_1$. Fotorezistor má za tmy odpor větší než 1 MΩ.

Úměrně s dopadajícím světlem se jeho odpor zmenšuje až na velikost řádu stovek ohmů. Tím se zmenšuje i časová konstanta $C_1 R_1$ a zároveň i kmitočet. Následuje pouze oddělovací hradlo H_3 , které je zapojeno jako negátor (invertor). Na jeho výstupu se signál rozděluje do dvou větví. Buď jde přímo na segment a přepínače Pf , nebo do vstupu 14 dekadického čítače 7493. Čítač v tomto zapojení slouží jako dělič kmitočtu, což umožňuje volit přepínačem Pf správný tón a měnit podle intenzity světla rozsahy přístroje. Proto jdou výstupy Q_A až Q_D na segmenty přepínače Pf a jím se podle přepnutí volí takový kmitočet výstupního signálu, aby byl vždy ve slyšitelném pásmu. Jak plyne ze schématu, je v poloze a čítač prakticky vyřazen a signál z generátoru jde přímo na hradlo H_4 a přes koncový tranzistor T_2 na reproduktor. V poloze b jde do reproduktoru signál polovičního kmitočtu, v poloze c se kmitočet dělí čtyřmi, v poloze d osmi a v poslední poloze e šestnácti. Čítač tedy dělí na výstupu Q_A až Q_D postupně 1:2, 1:4, 1:8, 1:16.

Na výstupu je přes výkonový tranzistor T_2 připojen reproduktor 4 nebo 8 Ω. Lze použít i běžné telefonní sluchátko s malou impedancí, pokud se spokojíme s malou hlasitostí a špatnou reprodukcí při přebuzení silným signálem. Přístroj nemá žádný regulátor hlasitosti. Pokud potřebujeme úroveň výstupního signálu zeslabit, přidáme do série s reproduktorem rezistor s odporem od 10 do 100 Ω. Odběr proudu ze zdroje, kterým jsou tři tužkové články, je dán převážně odběrem koncového stupně, tedy velikostí kolektorové zátěže tranzistoru T_2 a jeho vybuzením nř signálem. Odběr proudu ostatních obvodů je řádu jednotek mA.

Na obr. 23 je schéma jednoduchého signálního obvodu, který se ovládá senzorovým

tlačítkem. Možná, že název „zvonek“ je pro toto zapojení trochu přehnaný. Jde vlastně o jednoduchý generátor jednoho akustického tónu v základním, klasickém provedení. Je použit jediný integrovaný obvod MHB4011, což je v provedení CMOS 4× dvou vstupové hradlo NAND. Hradla H_1 a H_2 jsou zapojena jako multivibrátor, H_3 a H_4 spojené paralelně jako invertor a oddělovací stupeň dohromady. V režimu „čekání“ je na vstup přes rezistor R_1 přivedena úroveň log. 0. Proto je multivibrátor zablokovaný. Odběr proudu zařízení v tomto „čekacím“ režimu se pohybuje kolem 1 μA. To je odběr tak malý, že zvonek nepotřebuje žádný spínač, protože pro běžnou burelovou baterii tento odběr nepředstavuje žádnou zátěž. Samotná baterie se vnitřními chemickými pochody totiž vybíjí mnohem rychleji, než když napájí popisované zařízení.

Přítlačíme-li prstem na senzorové tlačítko, uzavře se přes R_2 a R_3 okruh zpětné vazby a multivibrátor začíná generovat kmity. Kmitočet je určen zejména kapacitou kondenzátoru C_1 a jeho změnou jej také můžeme upravit. Multivibrátor pracuje jen po tu dobu, po níž držíme prst na senzorovém tlačítku. Senzorové tlačítko obvykle musíme zhotovit sami, např. z desky s fólií Cu pro plošné spoje tak, že mezi dvěma pruhy fólie vyleptáme mezeru 1 až 2 mm. Lépe vypadá mezikružní: vnitřní kruh o \varnothing 8 mm, mezikružní odleptáme na \varnothing 10 mm. Měděný „polep“ však obvykle rychle oxiduje, proto v amatérských podmínkách je nejhodnější jej pocínovat nebo chemicky nanést kovovou vrstvu, která neoxiduje, ale vhodné je i stříbro (elektrolytickým způsobem, při němž elektrolytem je stříbro obsahující vývojka).

Senzorové tlačítko se hodí pouze do suchého prostředí. Tlačítko pracuje pouze s odporem našeho prstu, kterým obě vodivé plochy senzorového tlačítka spojujeme.

Tento odpor je samozřejmě individuálně rozdílný (řádu megaohmů), je-li při suché pokožce příliš velký, prst lze naslinit či jinak zvlhčit. Protože se prstem dotýkáme živých částí zařízení, je nutné podle toho konstruovat napájecí zdroj! Musí být vždy bezpečný a o malém napětí.

Pro napájení použijeme nejlépe destičkovou devítivoltovou baterii. Zařízení je schopno provozu v rozsahu napájecího napětí 6 až 15 V, přičemž změnou napájecího napětí se mění kmitočet výstupních impulsů. K napájení lze použít i zvonkový transformátor s usměrňovačem. Vyhlažovat usměrněné napětí je nutné jen tehdy, když by vadil síťový brum. Nicméně při malém odebraném proudu stačí filtrační kondenzátor menší kapacity i při jednocestném usměrnění.

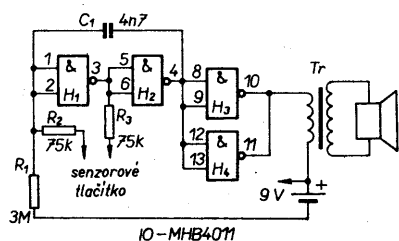
Abychom pro koncový stupeň nemuseli použít tranzistor, tak jsou obě invertující hradla H_3 a H_4 zdvojena a na jejich výstupy je připojen běžný převodní transformátor a malý reproduktor z libovolného malého tranzistorového přijímače.

Senzorem spínaný zvonek s melodií

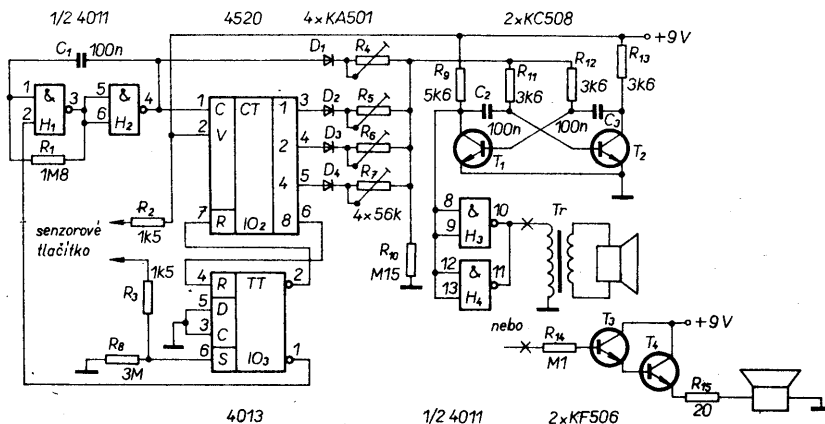
Tento jednoduchý generátor zvukových kmitočtů je jen složitější verzí předchozího, senzorově spínaného generátoru. Má s ním společné výhody: velmi malý odběr proudu z baterie, není třeba klasické kontaktní tlačítko. Přístroj spínáme přiložením prstu na mezeru mezi dvěma polepy, kovovými deskami apod. Ušetříme i spínač, zařízení necháváme trvale zapnuté.

Zvonek umí v taktu přehrát kombinace čtyř tónů. Činnost si popíšeme podle schématu na obr. 24. Zařízení se skládá z generátoru taktovacích impulsů (složeného z hradel H_1 a H_2), čítače impulsů tvořeného IO_2 , klopného obvodu IO_3 a multivibrátoru s tranzistorem T_1 a T_2 . Koncový stupeň tvoří dvě hradla H_3 a H_4 s malým reproduktorem s velkou impedancí nebo s převodním transformátorem z běžného malého tranzistorového přijímače. Není-li mezi rezistory R_2 a R_3 žádný odpor, je svorka 6 IO_3 přes R_3 uzemněna a zařízení je v nulové základní poloze. Ze zdroje odebírá proud asi 3 mikroampéry.

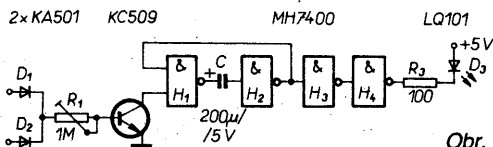
Při spojení kontaktů senzorového tlačítka, tj. konců rezistorů R_2 a R_3 , se připojí úroveň log. 1 na vstup 6 klopného obvodu IO_3 . Klopný obvod se přepne a začne pracovat generátor taktovacích impulsů (log. 1 z výstupu 1 IO_3 na vstup 2 hradla H_2). Zároveň se odblokuje činnost čítače IO_2 a na jeho výstupu 3 až 5 se postupně začínají objevovat kombinace úrovní log. 1. Ty přes



Obr. 23. Signální zvonek se senzorovým tlačítkem



Obr. 24. Senzorem spínaný zvonek s melodií



Obr. 25. Indikátor modulačních špiček pro stereofonní zesilovač

diody D_1 až D_4 a čtyři nastavovací rezistory spouštějí multivibrátor. Zvonek vzhledem ke své jednoduchosti umí zahrát jen kombinace čtyř tónů do počtu osm. Jakmile se objeví log. 1 na výstupu 6 čítače IO_2 , překlápí se klopný obvod IO_3 zpět do základního čítacího režimu a čítač začne čítat znovu, ale jen v tom případě, že je znovu stisknuto senzorové tlačítko. Zvonek naladíme tak, že rozpojíme hradla H_1 a H_2 a na vstupy 5, 6 hradla H_2 přivádíme kombinace log. 0 a log. 1. Máme-li zároveň odblokován čítač IO_2 , můžeme postupně naladit pomocí změn odporu odporových trimrů R_4 až R_7 všech osm tónů. Všechny použité IO jsou typu CMOS: IO_1 je dvouvstupové hradlo NAND MHB4011, IO_2 binární čítač 4520, CD4520A (RCA) nebo MC14520 (Motorola) apod., IO_3 je klopný obvod D, např. CD4013 (RCA).

Indikátor modulačních špiček

Indikátor modulačních špiček je přístroj, který můžeme přidat prakticky ke každému výkonovému zesilovači. Připojíme jej v místě, kde se připojují sluchátka, nebo přímo k výstupu. Uplatní se nejen u zesilovačů, směšovacích pulstů, ale i u magnetofonů. Indikuje přebuzení zesilovače a tím i odpovídající zkreslení.

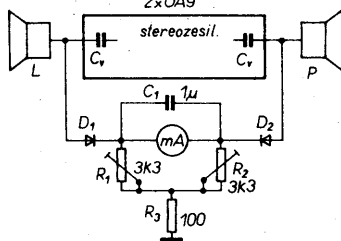
Zapojení je inspirováno způsobem, jakým se indikují impulsy v logických zkoušecích sondách. Na vstupu (obr. 25) je prahový indikátor (klopný obvod R-S), který propustí impulsy až do určité, nastavitelné napěťové úrovně. Pak následuje monostabilní klopný obvod, který se prošílými impulsy startuje, takže na výstupu můžeme pozorovat okamžiky, kdy se monostabilní obvod překlápí třeba jen náhodnými špičkami. V takovém případě indikační dioda LED občas „pomrkává“. Je-li vstup trvale přetížen silným signálem, začne svítit trvale.

Na vstupu jsou dvě diody D_1 a D_2 , které zaručují vzájemné oddělení levého a pravého kanálu zesilovače. Pokud je to nutné, můžeme k nim připojit do série i vazební kondenzátory. Indikovanou modulační úroveň (výstupní výkon) nastavíme trimrem R_1 . Nepoužité vstupy hradel H_3 a H_4 integrovaného obvodu MH7400 spojíme s kladným napájecím napětím. Celek je připájen do napájecích přívodů integrovaného obvodu (napětí +5 V).

Zapojení je souměrné, takže indikujeme vlastně stejnou napěťovou úroveň obou kanálů. Pokud bychom chtěli hlídat každý kanál zvlášť, je nutné zařízení zdvojit.

Indikátor nastavení stereofonní váhy nízkofrekvenčního zesilovače

Víme, že mnohé typy výkonových nízkofrekvenčních zesilovačů jsou vybavovány nejružnějšími kontrolními, indikačními, nastavovacími, případně i měřicími doplňky. Přidávané zařízení podle schématu na obr. 26 ukazuje činnost zesilovače: stupeň promodulování jednotlivých kanálů a správné nastavení stereofonní váhy. Může být v zesilovači řídící vestavěno, někdy bude výhodnější zhotovit je jako přenosné zařízení.



Obr. 26. Indikátor nastavení stereofonního vyvážení (stereo váhy)

Z mechanického hlediska přístroj vypadá jako dotyková kontrolní sonda, která může sloužit i jako praktická pomůcka při uvádění zesilovače do provozu a všech případných opravách.

Stereofonní váhu (balanci) lze nastavovat jen tehdy, je-li levý i pravý signál na vstupech zesilovače totožný jak co do kmitočtu, tak do úrovně napětí. Činnost přístroje je jednoduchá a zřejmá ze schématu (obr. 26). Nepotřebujeme žádné vnější napájení. K zesilovači přístroj připojíme třemi vodiči. Vstupy L a P připojíme na levý a pravý výkonový výstup stereo zesilovače, jehož činnost kontrolujeme. Třetím vodičem je nutné propojit zemní svorky. Základem je ručkové měřidlo (mikroampérmetr) s citlivostí 100 µA a nulou uprostřed. Každý kanál má svůj detektor signálu se společným kondenzátorem C. Ten ovšem nemůže být vzhledem k měnící se polaritě elektrolytický. Nastavením trimrů R_1 a R_2 pak určíme jak citlivost zařízení, tak vyrovnáme případné rozdíly předního napětí použitých diod D_1 a D_2 .

Když se zamyslíme nad možnostmi takového přístroje, vidíme, že s ním lze orientačním způsobem kontrolovat na zesilovači vlastně kde co. Jestliže např. máme na jednom vstupu signál o neměnném kmitočtu a na druhý vstup připojíme tónový generátor, tak si můžeme jednoduchým způsobem na mikroampérmetru zkontrolovat kmitočtovou charakteristiku apod.

Elektrické modely železnic

Elektrický vláček bývá snem kluků od nejútlejšího mládří až po důchodový věk. Malá železnice se dnes stala klasikou hračky pro děti i dospělé. Bylo by nesmyslem ji blíže představovat, každý ji alespoň viděl, mnozí z nás ji máme doma: kolejiště, napájecí zdroj a vláček uhánějící po kolejích.

Existují v podstatě dva druhy zájemců o modelovou železnici: děti a ti, co mají vláček opravdu jen jako hračku, a dále pak modeláři, kteří mají železniční modelářství jako koníčka. Mezi oběma druhy zájemců jsou samozřejmě i „fanatici“, a sběratelé, kteří vláčky povýšili na životní vášně. Jak se ve světě zvětšuje zájem o hračky tohoto druhu, vznikla celá řada firem, které nevyrobí nic jiného, než modely železnic. Modelové vlaky se vyrábějí v poměrně velkých sériích a do jisté míry se jejich výroba celosvětově standardizovala. To znamená, že pokud si koupíte vláček v některé typové

velikosti, můžete na kolejišti zakoupeném v Československu jezdit s lokomotivou, kterou vám přivezl strýček ze zájezdu třeba do Japonska.

Nejznámější a poměrně vyčerpávající přehled typových velikostí udává následující tabulka:

písmenné označení	měřítka velikosti	rozchod koleji [mm]
Z	1:220	6,5
N	1:160	9
TT	1:120	12
HO	1:87	16,5
00	1:76	16,5
S	1:64	22,5
O	1:45	32
I	1:32	45
III (G)	1:22,5	45

V našich obchodech se dříve dostaly běžné pouze výrobky dvou specializovaných firem z NDR: PIKO a Berliner Bahnen, které vyrábějí pouze tři typové velikosti a to N, HO a TT. Nyní se situace lepší, soukromníci ve specializovaných prodejnách už mají větší sortiment. Jen pouze pro úplnost – víte, co je měřítko velikosti? Určuje se jím poměr velikosti modelu ke skutečné velikosti předmětu. Tedy má-li třeba železnice typu N měřítko velikosti 1:160, znamená to, že to, co ve skutečné velikosti měří třeba 1,6 m, je na modelu stošedesátkrát menší, tedy 1 cm. Má-li třeba skutečný železniční vagón šířku 2,4 m, má zmenšený vagóník s písmenným označením N šířku 15 mm. To ve svém důsledku znamená, že vše, co si na model kolejiště postavíme, by mělo být proti skutečnosti zmenšeno v tomto poměru.

Proč se vyrábí tolik různých velikostí modelů? Předpokládá se, že si každý, kdo si začne pořizovat kolejiště, zvolí pro sebe vhodný rozměr podle toho, kolik má nebo chce pro vláčky vyhradit místa. Proč je otázka místa tak důležitá? Dávno totiž neplatí, s vlakem si pojezdíte a šup s ním zpět do krabice. Největší železnice, jinak též zvaná zahradní (v naší tabulce označená III (G)) je určena těm, kdo si kolejiště postaví venku za domem na zahradě. Naopak v panelovém domě se dostatek místa hledá špatně. Já mám kolejiště o velikosti 1500 × 800 mm v „šuplíku“ pod válemdou a zvolil jsem velikost HO. Vhodné místo lze najít i ve velmi malém bytě, třeba pod skříní a kolejiště na desce vysouvat, nebo ze skříně vyklápat. Lze využít i desky pod jídelním stolem a při pouštění modelů stůl prostě překlápět. Možná, že při troše fantazie a hledání najdete i jiné podobné prostory. Pro velmi malé prostory se vyrábí velikost Z. Malé kolejiště v tomto měřítku lze umístit např. i do kufříkové tašky. Pro modelovou železnici tohoto rozměru se najde místo vždy.

Specializované firmy pro modeláře ovšem vyrábějí a nabízejí zájemcům o modely železnic nejen lokomotivy a vagóny, ale i nejdůležitější příslušenství. Kromě kolejí, výhybek apod. i ostatní nutné i méně potřebné doplňky. Jsou to zejména semaforek, závoř, značky, domečky, celá nádraží, tunely, umělé krajiny se stromy i trávou, lokomotivní depa a točny. Samozřejmostí jsou napájecí zdroje a příslušenství k nim. Nabídkové ka-

talogy těchto firem bývají tlusté jak telefonní seznam.

Je celkem přirozené, že do železničního modelářství začíná pronikat i elektronika. Existují lokomotivy, které mají uvnitř i integrované obvody. Firma Märklin nabízí model parní lokomotivy se speciálním integrovaným obvodem, který vytváří ve spojení s malým reproduktorkem zvuk jedoucího vlaku, který má samozřejmě rytmus rychlosti jízdy lokomotivy, včetně správného zahoukání v určitých časových intervalech. To, že se z komína této lokomotivy ještě kouří, to už s elektronikou nesouvisí, to zajišťuje speciální pásek obsahující chemikálii, která se zapálí proudem napájecím kolejiště a lokomotiva téměř opravdově dýmá.

Lze koupit i mikroprocesorovou jednotku s programovaným řízením celého kolejiště a celou řadu podobných specialit.

Modelářům, kteří mají vlastní zkušenosti, radit asi nemohu, ale pro ty, co si chtějí vláčky teprve pořídit, stručně: Nejprve si rozvažte, jaký prostor pro kolejiště budete mít k dispozici. Pak navštivte nějaký obchodní dům nebo prodejnu Modeláře. Tam nemusíte koupit vše najednou. Kolejiště si postavte nejprve jednoduché v základním oválu, postupně jej můžete rozšiřovat. Domky, tunely, výhybky (jak mechanické, tak elektrické), vagonky i lokomotivy můžete kupovat i jednotlivě. Ale co hlavně, hned na začátku musíte udělat to nejzávažnější rozhodnutí. Zvolit pro prostor, který máte k dispozici, vhodnou velikost měřítka a toho se pak celou vaši „železniční kariéru“ držet. Kombinovat různé velikosti modelů železnic jde velmi těžko a navíc obvykle jde o vyhozené peníze.

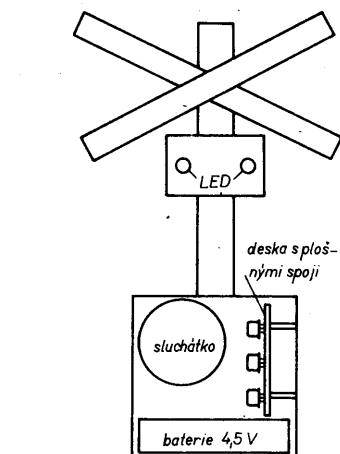
V této souvislosti bych chtěl upozornit, že stále existuje řada věcí, které koupit nelze nebo na ně prostě nemáme peníze. Pak nezbývá, než si je prostě dodělat. Protože o dobré nápady je vždy nouze, přidávám několik takových, které se budou mnohým modelářům jistě hodit.

Elektronická signální značka pro železniční přejezd

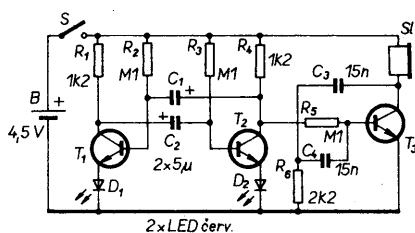
Jde v podstatě o elektronické zařízení, které je určeno zejména pro modely kolejišť elektrických vláčků. Jak víte, nechráněný přejezd má (v některých případech, když jde o automatické závory, i chráněný) přidavný světelný semafor se zvukovou indikací. Zde jsou dvě, střídavě se rozsvěčující červená světla a zároveň se i přerušované ozývá výstražný tón (obr. 27).

Elektronické schéma takovéhoho zařízení je na obr. 28. Jde o astabilní multivibrátor, tvořený tranzistory T_1 a T_2 , který má kmitočet změny stavu asi 1/3 sekundy. Každý z tranzistorů T_1 a T_2 má v emitoru zapojenu červenou svítivou diodu LED. Obě diody tvoří potřebná výstražná světla a s kmitočtem, daným překlápěním obou tranzistorů, se střídavě zhasínají a rozsvěčují právě tak, jak se to děje ve skutečnosti na reálném přejezdu.

Když vede jeden tranzistor, např. T_1 , protéká jím proud a proto svítí i příslušná dioda D_1 . Na kolektoru tohoto tranzistoru je jen malé, saturační napětí. Proto se nabíjí kondenzátor C_1 přes R_2 . Jakmile se tento kon-



Obr. 27. Elektronická signální značka pro silniční přejezd



Obr. 28. Elektrické zapojení značky

denzátor nabije, otevře se tranzistor T_2 a rozsvítí se dioda D_2 . Po otevření tranzistoru T_2 se zmenší napětí na kolektoru T_2 a přes kondenzátor C_2 se stejně zmenší a napětí na bázi T_1 . Tím se tranzistor T_1 současně uzavře, přestane jím protékat proud a dioda D_1 přestane svítit. Tento stav trvá do doby, než se nabije C_2 přes rezistor R_3 . Pak opět přestane svítit D_2 a rozsvítí se D_1 . Perioda střídání závisí na časových konstantách C_1R_2 a C_2R_3 , které určují kmitočet multivibrátoru.

Chceme-li interval prodloužit, obvykle se zvětšuje odpor rezistorů, naopak, potřebujeme-li jej zkrátit, aby semafor blikal rychleji, odpory rezistorů článků RC úměrně zmenšíme. Je nutno ještě upozornit na skutečnost, že zařízení sice nepotřebuje stabilizované napájecí napětí a pracuje v širokém rozsahu napětí baterie B , ale kmitočet překlápění multivibrátoru značně závisí na napájecím napětí.

Akustický signál vytváří zvukový signální generátor, tvořený běžným telefonním sluchátkem a jediným tranzistorem T_3 . Jeho činnost se blokuje a naopak spouští napětím z kolektoru tranzistoru T_3 přes rezistor R_5 . Pokud chceme upravit výšku tónu signálu, musíme změnit odpor rezistoru R_6 , případně kapacity kondenzátorů C_3 a C_4 .

Mechanické provedení je znázorněno na prvním obrázku (obr. 27): Sluchátko s baterií a desku s plošnými spoji umístíme do stoja-

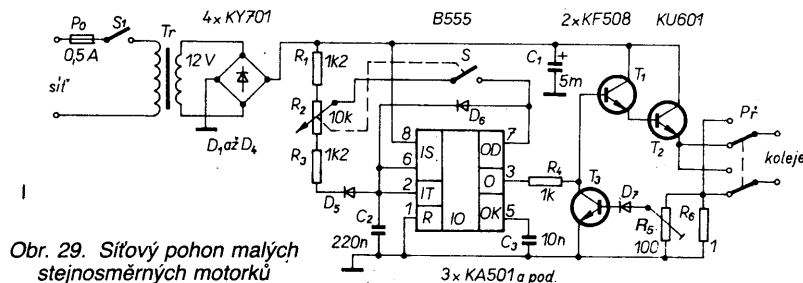
nu značky, obě diody do skříňky pod kříž tak, jak je to i ve skutečnosti. U automaticky pracujících kolejišť bude jistě zajímavé spouštět akustické i světelné signály také automaticky. Pak místo spínače S použijeme relé a k napájení ovládacího napětí pro výhybky, které jednocestně usměrníme a vyfiltrujeme kondenzátorem 1000 μF .

Síťový pohon malých stejnosměrných motorků

Typické použití pro popisovaný napájecí zdroj je napájení kolejiště elektrických vláčků. Běžná modelová železnice rozměrů TT nebo HO používá lokomotivy, které potřebují napájecí napětí +12 V, odběr proudu je 0,6 až 0,8 A. Obvyklým požadavkem je nutnost regulovat napětí, aby bylo možno měnit rychlost pojezdu lokomotivy. Nutná je bezpečnost z hlediska úrazu elektrickým proudem a zkratuvzdornost zdroje. Odolnost proti zkratu je velmi důležitá, ke zkratům v kolejišti dochází poměrně často, obvykle tím, že na kolejiích zapomeneme nějaký malý předmět, vykolejí pak vlak apod. Kromě vlastního poškození zdroje, tj. přepálení usměrňovacích diod nebo výkonového tranzistoru, přehřátí transformátoru apod. bývá velkým nebezpečím i možnost vzniku požáru. Pokud by napájecí zdroj byl schopen dát do zkratu velký proud, může se předmět, který zkrat způsobil, rozpálit až do červeného žáru a způsobit požár nebo úraz popálením.

Popisovaný napájecí zdroj vyhovuje všem požadavkům. Bezpečnost napáječe z hlediska úrazu elektrickým proudem musí zajistit bezpečným provedením napájecího částí podle ČSN. Transformátor Tr měl mít kromě převodu 220 V/9 V (případně až 220 V/12 V), 30 W především elektrickou pevnost ověřenou na 2500 V.

Zvláštností popisovaného zdroje je, že regulace rychlosti otáčení motorků – tedy rychlosti lokomotivy – se nedosahuje změnou výstupního napětí. Na výstupu zdroje jsou impulsy o stálém konstantním napětí a regulace spočívá ve změně jejich kmitočtu. Funkci pochopíme snadno podle schématu na obr. 29. Střídavé napětí ze síťového transformátoru Tr se usměrní čtyřmi diodami D_1 až D_4 . Následuje filtrační kondenzátor C_1 . Integrovaný obvod B555 je zapojen v typickém uspořádání, doporučeném výrobcem jako zdroj impulsů. Kmitočet výstupních impulsů, které odebíráme na svorce 3 integrovaného obvodu, je určen kapacitou kondenzátoru C_2 a odporem rezistorů R_1 až R_3 . Změnou, tj. otáčením potenciometru R_2 dosáhneme změny kmitočtu výstupních impulsů v rozsahu 10 až 20 Hz. Impulsní napájení zaručuje dostatečný výkon motorků zejména při menších rychlostech lokomotivy. To je výhodné především proto, že při klasickém zdroji, regulujícím rychlost otáčení zmenšováním napětí, pomalu jedoucí lokomotiva např. zastavuje na výhybkách apod. Poten-



Obr. 29. Síťový pohon malých stejnosměrných motorků

ciometr R_2 má spínač a stejně jako u potenciometru pracujícího v rozhlasovém přijímači, tak i zde při jeho vytočení zcela doleva potenciometr „zavakne“ a na výstupu zdroje pak není žádné napětí.

Tranzistory T_1 a T_2 tvoří nutný výkonový člen. Tranzistor T_2 musíme umístit na chladič o ploše min. 400 cm². Zkratuvzdornost zdroje zaručuje obvod tranzistoru T_3 . Na rezistoru R_6 se vytváří úbytek napětí větší než 1,2 až 1,4 V, začne se otevírat tranzistor T_3 . Otevřený tranzistor T_3 pak zablokuje přes rezistor R_4 výstup 3 integrovaného obvodu. Trimrem R_5 lze proudové omezení výstupních impulsů nastavit plynule.

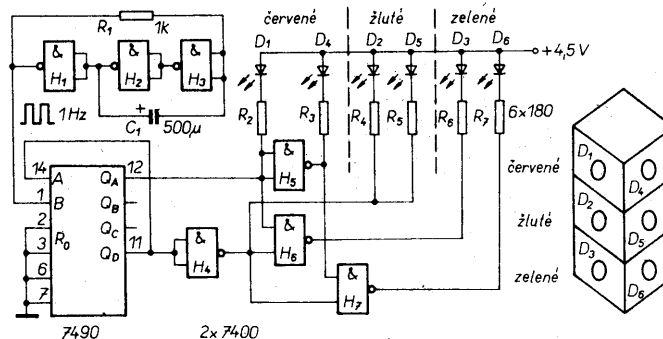
Na výstupu zdroje je ještě přepínač Př, kterým se mění polarita výstupních impulsů – jeho přepnutím se mění směr jízdy lokomotivy „vpřed“ na „vzad“.

Silniční semafor

Zařízení je určeno pro modeláře. Umožňuje získat miniaturní provedení silničního semaforu, takového, jaký je běžný na každé křižovatce s tím, že svítící prvky jsou barevné svítivé diody červené, zelené a žluté.

Základem, podle elektrického schématu na obr. 30, je generátor impulsů tvořený hradly H_1 , H_2 a H_3 , který generuje pravoúhlé impulsy o kmitočtu 1 Hz. Kmitočet impulsů určuje časová konstanta článku C_1 , R_1 . Pokud chceme interval přepínání prodloužit (či jej udělat proměnný), doporučuji zvětšovat odpor R_1 , případně použít jako R_1 potenciometr s odporovou dráhou asi 5,6 kΩ. Výstup těchto impulsů je na výstupu hradla H_1 .

Impulsy z generátoru jsou zavedeny do čítače 7490. Z něho používáme jen výstupy Q_A a Q_D . Svítivé diody jsou rozděleny do dvou skupin. Máme dvě červené, které musí pracovat vždy v negaci, tedy první červená $\bar{C}_1 = A(D_1)$, druhá červená $\bar{C}_2 = \bar{A}(D_4)$. Žluté musí svítit obě současně, protože signál „stůj, změna barvy“ je na skutečném semaforu na jeho obou stranách ve stejnou dobu. Zelené jsou opět ve vzájemné negaci, když svítí na jedné polovině semaforu zelená, tak na druhé zelená svítit nesmí, což podle Boolovy algebry je $Z_1 = A \cdot \bar{D}(D_3)$ a $Z_2 = A \cdot D(D_6)$. Platí-li tedy pro žlutá světla rovnice $Z_1 = Z_2 = D$, kde A a D jsou v dvojkovém vyjádření výstupy Q_A a Q_D čítače 7490, tak hradla H_4 až H_7 musí být zapojena tak, aby těmto rovnicím jejich výstupy vyhovovaly. Skutečné poměry jednotlivých výstupů nejlépe vyjadřuje přiložená tabulka.



Obr. 30. Silniční semafor

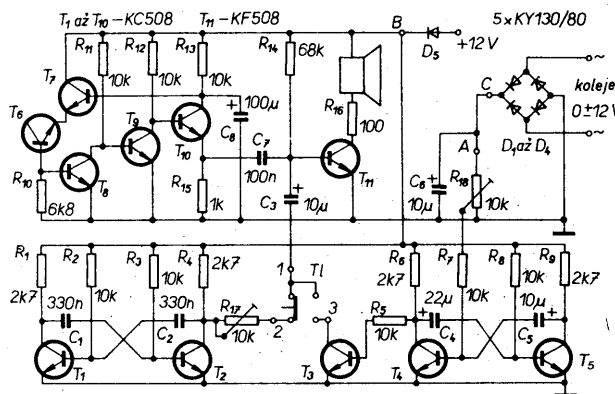
Vstup	Q_A	Q_D	\bar{C}_1 D_1	\bar{C}_2 D_4	Z_1 D_3	Z_2 D_6
0	0	0	S			S
1	0	0	S			S
0	0	0	S			S
1	0	0	S			S
0	0	1	S	S		S
1	1	0			S	S
0	1	0			S	S
1	1	0			S	S
0	1	0			S	S
1	1	0			S	S

Pozn.: S pro zjednodušení vyjadřuje stav, kdy příslušná dioda ve sloupci svítí, tj. na jejíž katodě je úroveň log. 0.

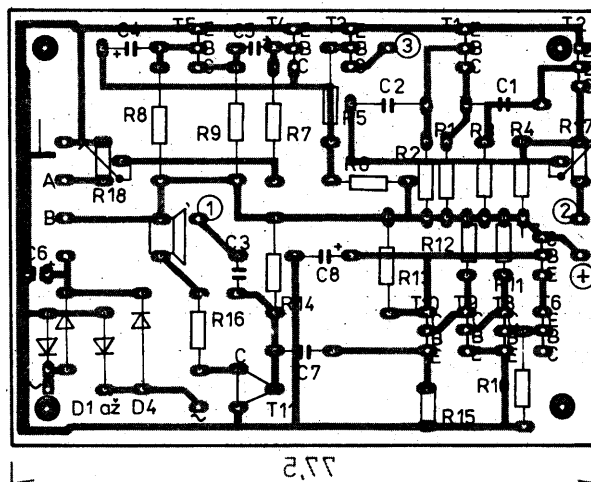
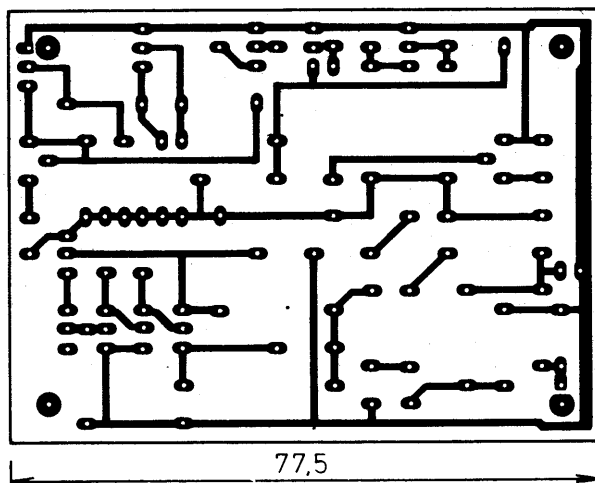
Po mechanické stránce je semafor zhotoven jako zmenšená verze skutečného semaforu. Červené diody umístíme až nahoru, vprostřed jsou žluté a zelené dole. Vhodné rozměry kostky jsou asi 20×20×60. Jako nosná tyč slouží „roura“ o \varnothing 8 mm, kterou uvnitř vedeme dráty všechny nutné spoje (přívody k diodám). Pokud potřebujeme obsadit všechny čtyři strany semaforu, tak příslušné diody prostě zdvojíme paralelním připojením, bez změny hodnot pasivních součástek. Desku s plošnými spoji s elektronikou umístíme do vhodné krabíčky, která může sloužit jako podstavec pro celý semafor.

Imitátor zvuku parní lokomotivy

V železničním modelářství bojujeme o stále lepší iluzi skutečnosti. Jsem dokonce přesvědčen, že vbrzku se budou vyrábět i modely parních lokomotiv, které budou mít mi-



Obr. 31. Imitátor zvuku parní lokomotivy



Obr. 32. Deska s plošnými spoji zapojení z obr. 31 (Z 211)

niaturní parní stroj. Dnes se zatím spokojíme s modely parních lokomotiv poháněných mini-niaturním elektromotorem. To, co nám v současné době chybí, je správný zvuk, typický pro chod parního kotle lokomotivy. I tady však pomůže elektronika – viz následující návod na stavbu imitátoru zvuku parní lokomotivy.

Jak zařízení pracuje? Princip si vysvětlíme podle schématu na obr. 31. Základem je šumový generátor tvořený tranzistorem T_6 až T_{10} . Šumové napětí vzniká při průchodu proudu přechodem báze – emitor tranzistoru T_6 , který je napájen ze zdroje konstantního proudu (z tranzistoru T_7). Šumové napětí je zesíleno kaskádou tranzistorů T_8 a T_9 . Tranzistor T_{10} je zapojen jako emitorový sledovač a tvoří v podstatě jen oddělovací stupeň s velkou vstupní a malou výstupní impedancí. Přes vazební kondenzátor C_7 je připojen koncový stupeň s tranzistorem T_{11} , který má v kolektoru připojen malý reproduktor. My jsme použili typ ARZ 090, který má impedanci 15Ω . Lze použít i běžné telefonní sluchátko. K napájení je použito napětí $+12 \text{ V}$, které je připojeno přes diodu D_5 . Ta ochraňuje zařízení před poškozením při případném přepólování napájecího zdroje. Pokud přivádíme napájecí napětí nezaměnitelným konektorem, můžeme tuto diodu vynechat. Odběr ze zdroje se pohybuje kolem 150 mA .

Generátor šumového napětí dává do reproduktoru ostrý syčivý zvuk, podobný zvuku ucházení páry. Tento zvuk je klíčovým impulsem z generátoru impulsů, tvořeného tranzistory T_4 a T_5 . Ty jsou zapojeny jako klasický astabilní multivibrátor. Kmitočet tohoto multivibrátoru se mění podle velikosti přiváděného napětí 0 až ± 12 V z koleji, po kterých jede lokomotiva. To zaručuje, že při malém napětí, tedy když lokomotiva jede pomalu, je kmitočet nízký (rychlost lokomotivy je úměrná velikosti napětí na kolejišti). Se zvětšujícím se napětím se rychlost lokomotivy zvětšuje a zároveň se zvyšuje i kmitočet multivibrátoru. Vhodný počáteční kmitočet lze nastavit odporovým trimrem R_{18} . Tranzistor T_3 spíná koncový stupeň tak, že v rytmu kmitočtu multivibrátoru přerušuje ostrý syčivý zvuk šumového generátoru. Výsledkem je typický zvuk parní lokomotivy: šš – šš – ššš – šššš – ...

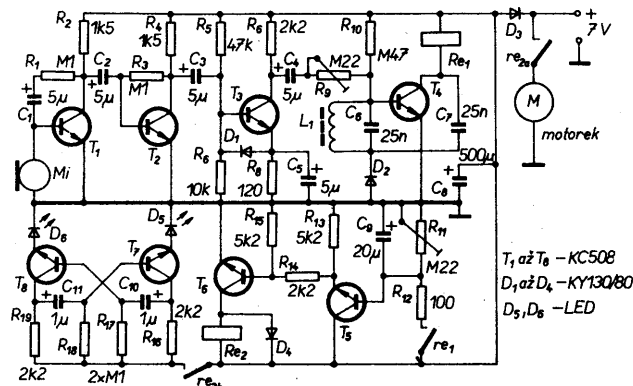
Zařízení má vestaven ještě jeden zvukový generátor, tvořený tranzistory T_1 a T_2 . Od předchozího se liší pouze vyšším kmitočtem 300 až 700 Hz, podle nastavení odporového trimru R_{17} . Při stisknutí tlačítka Tl odpojíme generátor taktovacích impulsů a kmitočet tohoto generátoru napodobuje pískání parní pišťalv.

Zařízení umístíme v budově nádraží. Vzhledem k potřebnému napájecímu napětí +12 V se jej asi nepodaří umístit do lokomotivy.

Možné uspořádání součástek na desce s plošnými spoji je na obr. 32.

Elektronické hračky

Traduje se, že indiští fakíři mají v košíku ochočené kobry, které umí tančit v rytmu píšťalky. Jejich napodobením je v současné době výrobek, který se začíná prodávat po celé Evropě: tančící figurky, které drží rytmus hubdy. Jakmile hudba ustane, figurka,



Obr. 33. Cvičená elektronická kobra

ktehou tvoří pohybuující se panenka (nebo třeba kytarista) se zastaví. Velkovýrobce takových a podobných hraček samozřejmě používá obvykle jediný zákaznický integrovaný obvod, takže elektronická část je zdánlivě jednoduchá. Protože zákaznické obvody jsou ovšem pro běžného zájemce nedostupné, je nutné elektroniku postavit z diskretních součástek. Podíváme-li se na tento typ hračky jako na celek, tak zjistíme, že na vstupu je malá, krystalová nebo dynamická nebo jiná mikrofonní vložka a na elektrickém výstupu modelářský motorek, který se začne otáčet trhavými pohyby vždy, když na mikrofon dopadnou zvukové vlny o určité velikosti a kmitočtu. Předpokládám, že mechanickou část hračky, tj. u kobry kývání a rytmické přivádění nebo u tančící figurky otáčení, případně ohýbání trupu si každý navrhne sám. Elektrická část takovéto hračky je na schématu (obr. 33).

Zvukový signál dopadající na mikrofon se na bázi tranzistoru T_1 projevuje jako střídavý elektrický signál. Tranzistory T_1 až T_3 tento střídavý nízkofrekvenční signál zesilují. Záporná zpětná vazba (tvořená diodou D_1) ochráníčuje maximální možnou amplitudu zesíleného signálu, takže celý stupeň nelze příliš silným zvukem zahltit. Výstup z nízkofrekvenčního zesilovače je na kolektoru T_3 . Další tranzistorový stupeň pracuje jako selektivní tranzistorové relé, které je naladěno na kmitočet, daný součástkami paralelního rezonančního obvodu L_1C_6 . Při dodržení hodnot součástek, uvedených ve schématu, je kmitočet asi 1000 Hz. Budeme-li konstruovat elektronicky ovládaného hada, tak tento již poměrně vysoký tón vyhovuje. Má-li hračka reagovat na taneční hudbu, je někdy výhodné, je-li kmitočet v oblasti basových tónů, které v podstatě určují rytmus hudby. V takovém případě je potřeba úměrně zvětšit kapacitu kondenzátoru C_6 , případně i indukčnosti cívky L_1 . V celkovém kontextu to znamená, že když na mikrofon dopadne zvukový signál o určité minimální intenzitě a kmitočtu asi 1000 Hz, sepne relé Re_1 , zapojené v kolektoru tranzistoru T_4 . Minimální úroveň vstupního signálu pro sepnutí relé nastavíme trimrem R_6 .

Kontaktem re₁ tohoto relé se spíná další elektronický člen – přidržovací relé. To je tvořeno dvěma tranzistory T₅ a T₆, modelářským relé Re₂, zapojeným v kolektoru T₆, a nastavitelným zpožďovacím členem, tvořeným součástkami R₁₁, R₁₂ a C₉. Jeho funkce je důležitá. Pokud bychom motorek spínali kontaktem relé Re₁, byly by někdy jeho impulsy tak krátké, že by se motorek ani nerozběhl. Kapacita kondenzátoru C₉ zaručí, že

i při rozpojení kontaktu re_1 zůstane relé Re_2 ještě 0,5 až 5 s sepnuté.

Posledním obvodem ve schématu je astabilní multivibrátor, tvořený tranzistory T_5 a T_6 , který kmitá na kmitočtu řádu jednotek sekund, danou časovými konstantami $C_{10}R_{17}$ a $C_{11}R_{18}$. Je-li sepnuto relé Re_2 , které přivádí těmto tranzistorům přes spínací kontakt re_{2b} napájecí napětí, je vždy (střídavě) jeden z těchto tranzistorů otevřený a druhý zavřený, takže svítivé diody zapojené v jejich emitorech se střídavě s daným kmitočtem zhasínají a rozsvěcejí. V hračce jsou u kobry použity v očích. Zde volíme obvykle zelenou nebo červenou barvu diod. U tančících hraček tvoří diody součást oblečení, třeba nárameníku apod.

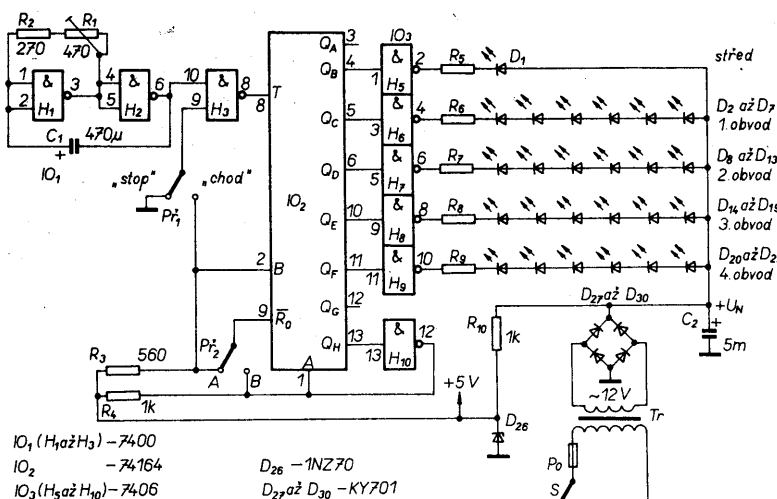
K napájení použijeme napájecí zdroj, který máme doma pro autodrůh nebo kolejiště vláčků. Dioda D_3 oba spotřebiče, tedy elektronickou část a motorek odděljuje. Pokud bychom pro hračku zdroj konstruovali, je vhodné obě části (motorek a elektroniku) od sebe oddělit a napájet je z nezávislých větví.

Ve schématu ještě chybí údaje o cívce L₁. Je navinuta na uzavřeném hrníčkovém nebo EI feritovém jádru (rozměry asi 10×6×3 mm) drátem o Ø 0,1 mm CuL a má 1000 závitů.

Svítící šesticípá hvězda

Popisované zařízení je jednou z mnohých variant dnes velice populárních světelných poutačů. Ve schématu na obr. 34 jsou jako svítící prvky použity polovodičové světlovodičové diody (LED). LED by bylo možné při použití přídatného tranzistoru nebo tyristoru nahradit běžnou žárovkou téměř libovolného výkonu. Pak lze udělat velkou libovolně, tedy i mnohametrové velikosti.

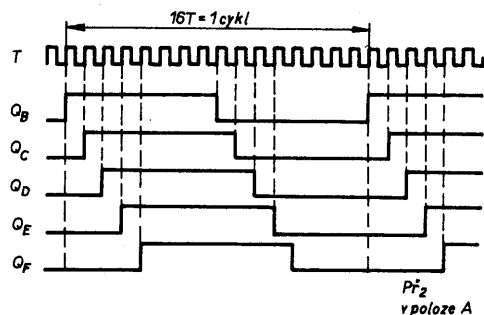
Celé zařízení je z funkčního hlediska velice jednoduché. Obsahuje tři integrované obvody TTL. Hradla H_1 a H_2 prvního integrovaného obvodu IO_1 jsou zapojena jako astabilní multivibrátor, který má určen opakovací kmitočet časovou konstantou $R_2R_1C_1$. Nastavením trimru R_1 lze měnit kmitočet, který určuje takt zhasínání a rozsvícení v rozsahu 0,8 až 2,5 Hz. Hradlo H_3 je použito jako invertor. Hradlo H_4 není na schématu kresleno, zůstává nevyužito. Pouze u něj doporučuji zkratovat mezi sebou oba vstupy a přes rezistor s odporem asi 1 k Ω je spojit s napájecím napětím +5 V. Přepínačem $Př_1$ odpovídáme vývod astabilního multivibrátoru od následujících stupňů a tím při přepnutí do polohy „stop“ zůstanou všechna světla svítit v poslední kombinaci. Zpětným připojením $Př_1$ do polohy „chod“ přicházejí taktovací impulsy na vstup 8 integrovaného obvodu



MH74164, označený T. I_{O2} je osmibitový posuvný registr s hradlovanými sériovými vstupy a asynchronním nulováním. V rytmu přicházejících impulsů se na výstupech Q mění úroveň napětí tak, jak je to znázorněno na obr. 35. I zde si můžeme přepínačem Přz vybrat dvě varianty.

Zde je snad nutno upozornit na vtip celého zapojení. Sestrojíme šesticípou hvězdu tak, že první dioda D_1 je ve středu obrazce. Diody D_2 až D_7 umístíme na první vnitřní obvod tak, že každá je na jednom ze šesti ramen hvězdy a tak logicky dále. To znamená, že vždy diody, které jsou spínány a rozsvíceny společně ze stejného výstupu Q, umístíme na stejný obvod hvězdy, každou na jedno ze šesti ramen. Pak, když se podíváme na grafy na obr. 2, kde si vysledujeme kdy a v jakém pořadí jednotlivé diody se rozsvěčují či zhasínají, vidíme, že se při první variantě (když $P\ddot{r}_2$ přepojíme do polohy A) začíná hvězda rozsvěcet ze středu, po obvodech. Pak několik taktů zůstane svítit a začne zhasínat zase nejprve střed a pak postupně po jednotlivých obvodech zhasne celá. Několik taktů zůstane bez napětí a pak se opět rozsvítí jako první střed hvězdy, děj se cyklicky opakuje s dobou 16T, kde délku T nastavíme už zmíněným trimrem R_1 . V druhé variantě, kdy jsme přepnuli $P\ddot{r}_2$ do polohy B, tj. spojili výstupy R_0 a A obvodu 74164, dostaneme i jiný postup světelné časové varianty. Hvězda se stejným způsobem a ve stejném taktu rozsvěcí ze středu, rozdíl je v tom, že při dosažení plné svítivosti po několika taktech zhasne najednou celá. Proces se po krátké prodávě znovu opakuje, přičemž opakovací cyklus je proti první variantě poloviční, tj. 8T.

Svítivé diody (LED) D₁ až D₂₅ volíme podle požadované barvy. Z elektrického hlediska



Obr. 35. Průběhy napětí v obvodech hvězdy

paž, vyhoví prakticky každý typ. Pouze ochranné omezovací rezistory si stanovíme ze vzorců:

$$R_5 = \frac{U_N - U_{CE} - U_F}{I_F},$$

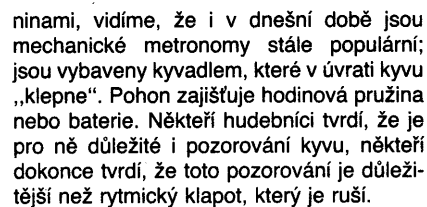
$$R_6 \text{ až } R_9 = \frac{U_N - U_{CE} - 6U_F}{I_E},$$

kde U_N je nestabilizované napájecí napětí na kondenzátoru C_2 , v našem konkrétním případě, kdy je na sekundární straně transformátoru střídavé napětí 12 V, bude $U_N = +16,8$ V, U_{CE} je úroveň log. 0 na výstupech IO_3 , U_F je úbytek, tj. přední napětí jednotlivých použitých světelných diod. I_F je zvolený příčný proud, který v žádném případě nesmí přesáhnout maximální dovolený proud příslušného typu svítivé diody.

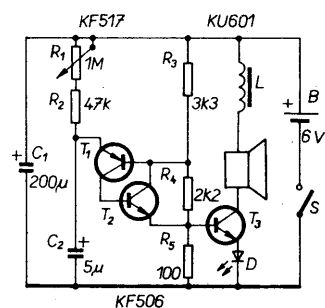
K napájení použijeme zcela standardní transformátor 220/12 V – 30 W, k usměrnění libovolné usměrňovací křemíkové diody (D_{27} až D_{30}), které mají dovolený přední proud alespoň 0,5 A, případně usměrňovací blok.

Elektromechanický metronom

Metronom je známý přístroj, který potřebuje každý hudebník. Přístroj automaticky udržuje nastavený takt, „neuždí“¹, tj. nezpomaluje ani nezrychluje. V současné době existuje celá řada různých konstrukcí těchto přístrojů. Některé jsou čistě mechanické, jiné jsou konstruovány jako elektronické generátory a potřebný „tlukot“ vydává reproduktor. Podíváme-li se do obchodů s hudeb-



Z těchto důvodů je popisované zařízení zcela úmyslně elektronicko-mechanickým hybridem. Základem je elektronický generátor, tvořený dvěma antiparalelně spojenými tranzistory T_1 a T_2 s opačnými polaritami, které se otevírají a zavírají s kmitočtem úměrným časově konstantě $(R_1 + R_2)C_2$. Hudebníci potřebují rozsah 40 až 120 úderů za minutu. Generátor pracuje v širším rozsahu: je-li $R_1 = 0$ (tedy je-li běžec potenciometru na horním konci odporové dráhy), generátor má kmitočet asi 210 až 220 úderů za minutu, což je 3,5 až 3,6 Hz. Čím je odpor R_1 větší, tím nižšího kmitočtu lze dosáhnout. Metronom má tedy plynulé nastavení rytmu.

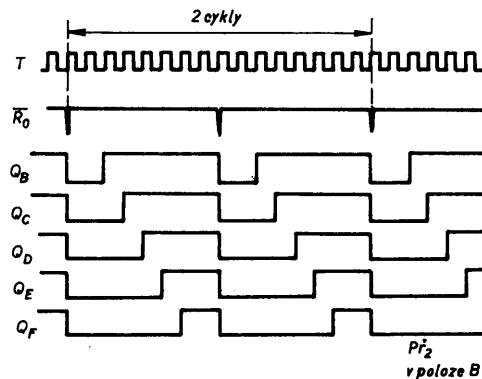


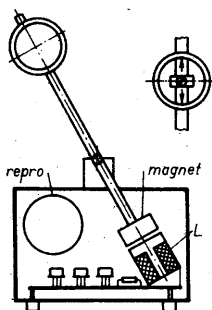
Obr. 36. Elektromechanický metronom

Jak plyne z elektrického schématu na obr. 36, impulsy z emitoru tranzistoru T_2 přicházejí na bázi T_3 . To je výkonový tranzistor, který má v kolektorovém obvodu jako zátěž malý čtyřnóboý osmíohmový reproduktor R_p , a cívkou elektromagnetu L a v emitoru připojenou diodu LED. Tato dioda se v rytmu nastaveném potenciometrem (proměnným odporem) R_1 rozsvěcí, v reproduktoru se ozývá klapot. Cívka L má jádro z měkkého železa a svou magnetickou energii udržuje kyvadlo metronomu v trvalém, rytmickém kvyvu.

Nyní si prohlédněte zjednodušené schéma mechanického uspořádání přístroje.

Všechny elektronické součástky jsou na desce s plošnými spoji v dolní části skříňky (obr. 37), kde je i reproduktor a napájecí baterie se spínačem. Přístroj je napájen ze čtyř burelových článků (tedy např. tužkových baterií nebo monočlánků). Potenciometr R₁





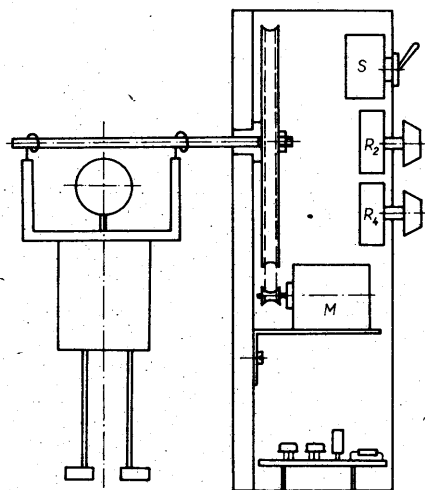
Obr. 37. Uspořádání elektromechanického metronomu

může být s výhodou lineární, takový, jaký se používá pro mixážní elektronické pulty. Opatříme jej stupnicí v úderech za minutu. V horní části skříňky umístíme čep, ve kterém je zavěšeno kyvadlo. To je asi 200 až 250 mm dlouhá ocelová tyčka o průměru 5 až 8 mm. V dolní části tyčky je připevněn trvalý magnet, který se při krajní úvratí kyvu dostane až do osy jádra cívky L. Pokud jsou elektrické impulsy v cívkě synchronní s dobou kyvu, dodává magnetické pole cívky L kyvadlu potřebnou energii k tomu, aby stále kývalo. Nevýhodou je, že takto uspořádané zařízení se nedokáže samo „rozběhnout“. Po zapnutí spínače S sice začne blikat dioda D, v reproduktoru se ozývají údery, ale kyvadlo musíme ručně rozkývat. V horní části kyvadla umístíme posuvatelny ozdobný terčík. Jeho posouváním upravíme jak vyvážení, tak mechanickou dobu kyvu.

Cívka L je použita ze starého, nejlépe dvanáctivoltového malého stejnosměrného relé. Pokud ji budeme muset zhotovit, postačí ocelové jádro o \varnothing 10 mm, výšky 25 mm a asi 1500 závitů drátu o \varnothing 0,15 mm CuL.

Elektronicky ovládaná hrazda

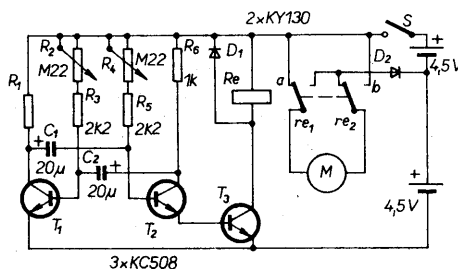
Jde o jednoduchou elektronicko-mechanickou hračku. Panáček-cvičenec se otáčí na hrazdě, pohyb hrazdy se mění vpravo a vlevo podle zvoleného programu. Mechanické uspořádání na obr. 38 uvádím spíše jen pro představu. Mechanickou část lze s výhodou sestavit z některé běžné dětské stavebnice typu Merkur, Lego apod.



Obr. 38. Elektronicky ovládaná hrazda, mechanické uspořádání

Hrazdu tvoří hřídelka o \varnothing 5 mm a délky asi 120 mm. Na hrazdě je za „ruce“ připevněna figurka – cvičenec. Je vhodné, když má alespoň některé klouby volné. Ruce, ramena a hlava panáčka musí být kompaktní, dobré je i to, je-li hlava figurky těžká a má-li panáček těžiště ve své vrchní části. Tělo a nohy mohou být z materiálu o malé hmotnosti.

Hrazda má v řídicí skříni velké kolo, kterým přes pryžový řemínek otáčí malý modelářský motorek. Velké kolo má průměr 100 mm, malé naháněcí kolečko upevněné na hřídeli motorku \varnothing 10 mm. V řídicí skříni umístíme dvě napájecí ploché baterie a destičku s elektronickými obvody, na její zadní stěně je spínač S se dvěma nastavovacími potenciometry R_2 a R_4 . Jejich natočením pak určíme, jak dlouho se hrazda bude otáčet na jednu a na druhou stranu.



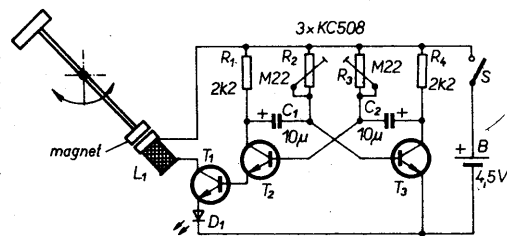
Obr. 39. Schéma zapojení elektronické části „hrazdy“

Co musí umět elektronická část na obr. 39? Tranzistory T_1 a T_2 jsou zapojeny jako stále kmitající multivibrátor. V určitém okamžiku je jeden tranzistor zavřený, druhý plně otevřený. Za určitou dobu se jejich funkce obrátí, první se zcela otevře, druhý opět skokem zavře. Doba, po níž je ten který tranzistor otevřený nebo zavřený, je dána časovou konstantou, lépe dobou nabíjení kondenzátorů C_1 a C_2 přes rezistory $R_2 + R_3$ a $R_4 + R_5$. Protože R_2 a R_4 jsou zvoleny jako proměnné (jejich odpor závisí na nastavení běžce), lze jimi měnit dobu, po níž je ten nebo onen tranzistor zavřený či plně otevřený. Jakmile se tranzistor T_2 např. otevře, dostane se kladné napětí na bázi T_3 , ten se otevře také a sepne relé Re. Kontakty re_1 a re_2 tohoto relé pak přepínají smysl chodu motorku. Jsou-li kontakty tak, jak je nakresleno na schématu v klidu, tedy v poloze a, otáčí se motorek vpravo, je napájen z horní ploché baterie. Sepne-li relé Re, změní kontakty re_1 a re_2 svoji polohu do b, motorek se přepóluje, začne se otáčet na opačnou stranu. Napájí se opět z horní ploché baterie. Spodní plochá baterie je tedy mnohem méně proudově zatížena. Doporučuji proto obě baterie vzájemně během používání přístroje několikrát zaměnit.

M je běžný modelářský motorek, relé Re je modelářské relé, je možné použít např. relé LUN 12 V apod.

Elektronické kyvadlo

Na obr. 40 je elektronická část kyvadla. Mechanická část je pouze naznačena. Na tomto principu pracují některé typy elektromechanických hodin a budíků nebo i náramkových ručkových hodinek. Kyvadlo je však i základním stavebním prvkem některých mechanických hraček, které jdou v poslední době do módy. Jsou to např. umělé papouškové (nebo jiní ptáci), kteří se na bidýlku stále kývají atd., kyvadlo je základem různých mezikruží, miniaturních modelů houpa-



Obr. 40. Elektronické kyvadlo

ček nebo stínítek lamp, která vrhají proměnné stíny.

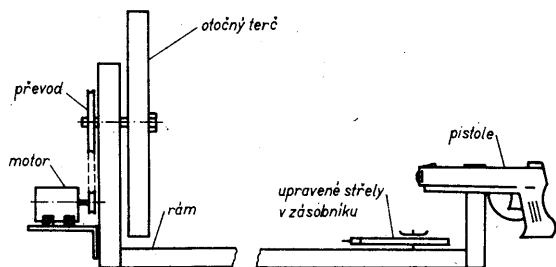
Mechanickým základem hračky je tedy kyvadlo, kterému první impuls k rozběhu musíme dát rukou, neboť se samo nerozkýve. Dolní konec kyvadla je opatřen trvalým magnetem, v zásadě stačí i plechové křídélko z měkké oceli. Trvalý magnet pouze zvětšuje účinnost celé sestavy. V místě horní úvratí kyvu je umístěna cívka L s magneticky měkkým jádrem, která je napájena elektrickými impulsy. Základní podmínkou funkce je, aby přirozená doba kyvu byla v synchronizaci s kmitočtem elektrických impulsů, které pouštíme do cívky L. Vzniklé magnetické pole cívky dodává kyvadlu energii a doplňuje ztráty, které vznikají třením v uložení. Pokud jsou oba děje správně synchronizovány, tak mechanická soustava kývá tak dlouho, dokud je v baterii elektrická energie.

Elektronickou část soustavy tvoří klasicky zapojený multivibrátor. Ten pracuje tak, že tranzistory T_2 a T_3 se střídavě otvírají a zavírají v závislosti na nabíjecích konstantách článků C_1R_2 a C_2R_3 . Výsledkem je, že na výstupu, tedy emitoru T_2 je střídavě nulové a plné napětí zdroje. Tranzistor T_1 pak v rytmu těchto impulsů spíná proud procházející cívkou L. Svítivá dioda D_1 tuto činnost indikuje.

Při praktické činnosti zařízení kyvadlo nejprve rozkýveme. Pak nastavíme odporovými trimry R_2 a R_3 kmitočet elektrických impulsů tak, aby se dioda D rozsvítila vždy v okamžiku, kdy se magnet kyvadla blíží k cívkě. Ve chvíli, kdy nastává vratná doba kyvu, musí být již elektrický impuls procházející cívkou ukončen. Odporovými trimry můžeme kmitočet multivibrátoru pouze snižovat. Chceme-li kmitočet zvýšit (nebo třeba i řádově snížit), musíme vyměnit kondenzátory C_1 a C_2 . Z praktického hlediska se velice často stává, že za dobu kyvu dodá zařízení impulsy dva, tři, čtyři nebo i více. Pro vlastní činnost to nevádí potud, pokud jsou obě soustavy tak synchronizovány, aby každý rtý elektrický impuls byl ve správném časovém synchronismu s dobou kyvu.

Dioda D_1 může být libovolný typ LED. Je-li přístroj již odzkoušený, můžeme LED odstranit a emitor T_1 přímo spojit se zápornou částí napájecího napětí. Trimry R_2 a R_3 nahradíme pevnými rezistory se stejným odporem, jaký má po nastavení využitá část jejich odporové dráhy. Pro úplnost je v této souvislosti třeba podotknout, že multivibrátor sice pracuje v širokém rozsahu napájecího napětí asi od 3 do 10 V, ale kmitočet jeho impulsů je přímo úměrně závislý za změně tohoto napětí.

Cívka L má asi 1000 závitů drátu např. o \varnothing 0,1 mm CuL. Jádro cívky tvoří běžný šroub M8 s válcovou nebo šestihrannou hlavou. Je možné použít cívku i s jádrem z některého stejnosměrného relé např. LUN, RP apod. Počet závitů není kritický, protože



Obr. 41. Elektronické kolo štěstí, mechanické uspořádání

zejména u dobře mechanicky provedeného kyvadla je potřebné množství magnetické energie nutné k udržení rovnoměrného kývání velice nepatrné. U dobře vyvážených a správně uložených soustav postačí mnohdy jen tisíce ampérzátvitů.

Snad ještě jednu praktickou připomínku. Kyvadlo ve tvaru ptáka, třeba čápa je možné sestavit např. z mechanické stavebnice Merkur. Rozkvy, tedy úhel, o který se pták kýve od své svislé osy, volíme maximálně $\pm 45^\circ$.

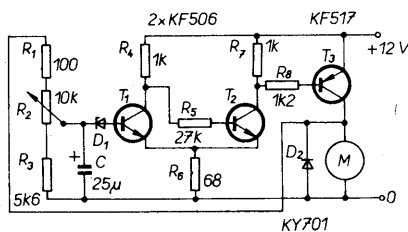
Domácí střelnice s otočným „kolem štěstí“

Jde o jednoduchou hračku. To, jak je ji možné řešit, je patrné z obr. 41. Předně si musíme říci, jak si lze s „kolem štěstí“ hrát. Otočný kotouč (terč) rozdělíme na řadu příčných polí, výsečí (jako při krájení kulatého dortu). Jednotlivé výseče musíme nějakým grafickým způsobem upravit. My jsme na ně nalepili obrázky, vystříhané z různých časopisů a opatřili je nápisy typu „co vás čeká a nemine“, např.: „Štěstí v lásci“, „Výhra v sportce“, „Pozor na pomluvy“, „Nepříznivé období“ atd. Jednotlivá pole také opatříme čísly, aby bylo možno hrát „kostky“, „sportku“ nebo podobnou hru, založenou na losování. U této domácí střelnice bude volit číslo, předem tipované, střela, kterou střílíme do roztočeného kotouče. Z přístroje lze udělat i hazardní hru: Na jednotlivá pole připojíme hrací karty. Aby se jich tam vešlo všech čtyřicet, je třeba každou kartu podélně rozpálit a spodní okraj sestříhnout. Pak s „kolem štěstí“ můžeme hrát celou řadu karetních her a to tak, že střelba do terče nahrazuje práci karbaníka, kterému se říká při běžné hře bankéř. K většině her je vhodné mít ještě balíček stejných karet a pak lze hrát „oko“, „poker“ apod. Lze vymyslet i jednoduché varianty hry, kdy si každý z „balíku“ nejprve lízne dvě, tři karty a pak se společně střílí na terč. Ten, kterému karty v ruce souhlasí s některou zasaženou kartou na terči, vyhrává. Lepší je ten, kdo uhodí kartu vyšší hodnoty, nebo karty dvě či jejich sérii apod.

Nyní se vrátíme k technické stránce a vlastní výrobě. Kotouč (obr. 41) je dvoustraný pro dvě varianty hry. Na jedné straně jsou přilepeny obrázky s čísly, na druhé hrací karty. Kotouč se otáčí na dlouhém šroubu se závitem M5 přesně ve středu velké čelní desky rámu. Pistole, kterou budeme do terče střílet, je v protilehlém čele rámu ve vzdálenosti 550 mm. Výškově je umístěna tak, aby byla proti dolnímu okraji kotouče a nestávalo se, že bychom mohli při střelbě kotouč minout. Je zasunuta ve výřezu a shora zajištěna kovovým, nejlépe mosazným páskem. Toto upevnění dovoluje pohyb hlavně nahoru a dolů. To znamená, že můžeme mířit jen do úrovně střední osy kotouče a umístit tak

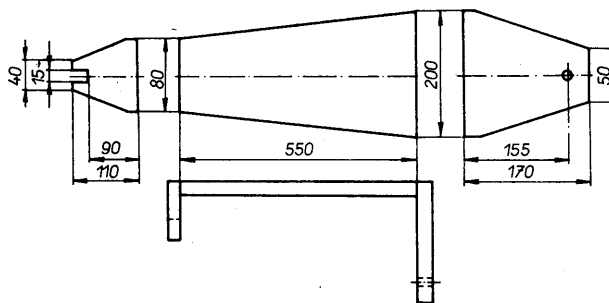
střelu pouze od středu až po dolní okraj kotouče. Střely jsou umístěny v zásobníku, kterým je pásek plechu pod pistolí na ploše rámu, pod který se střely ze strany zasouvají. Střílíme běžnou dětskou pistolí, kterou koupíme v hračkářství včetně střel opatřených pryžovými přichytkami. Pistoli nijak neupravujeme, zůstává originální. Střely zbavíme pryžových přichytek a opatříme je kovovým hrotem, aby se mohly do terče zapíchnout. Hrotem střely může být špendlík, případně hřebíček. Dobré je na konec střely ještě navléknout kovový prstýnek, aby se zvětšila hmotnost hrotu.

Mechanická konstrukce rámu je dobře patrná z obr. 41 a obr. 42. Základním stavebním materiálem je překližka tloušťky 17 mm, lze použít i dřevo, laťovku, případně dřevotřísku. Tloušťka materiálu není kritická. Pro jednoduché domácí používání postačí, když se terč otáčí na šroubu, který je umístěn ve vyvrtané díře bez vodičového pouzdra. Můžeme se spokojit i s tím, že kotouč roztáčíme i zastavujeme rukou. Ti, co chtějí hračku luxusní, mohou pohánět rotující kotouč motorkem. Stačí jednoduchý převod 1:3 ze stavebnice „Merkur“ s náhonem pomocí pryžového řemínku. Použít lze prakticky jakýkoli modelářský motorek. Napájíme jej z baterie nebo síťového zdroje pro napájení kolejiště vláčků.



Obr. 43. Impulsní řízení stejnosměrného motoru

Pro toho, kdo si chce udělat ke „kolu štěstí“ vlastní napájecí zdroj, je pak určeno schéma (obr. 43) jednoduchého impulsního regulátoru rychlosti otáčení. Zdroj je schopen regulovat rychlost otáčení modelářských motorek s napájecím napětím 12 V do odběru asi 0,5 A. Základem zapojení je jednoduchý Schmittův klopný obvod, složený z tranzistorů T_1 a T_2 . Jeho spouštění se reguluje změnou časové konstanty C_1 , R_1 , R_3 spolu s potenciometrem R_2 . Změnou nastavení R_2 se mění četnost impulsů. Výkonový tranzistor T_3 pracuje pouze ve dvou stavech. Je buď úplně otevřený nebo plně zavřený. Tím je možné pro regulaci použít tranzistor s mnohem menší výkonovou ztrátou než při regulaci spojitě.



Obr. 42. Mechanická konstrukce rámu

Zdroje

Pojistky a jistění síťových zdrojů

Při síťovém napájení je zapotřebí každý přístroj vhodně jistit. Pojistky na privodní straně si obvykle odpouštíme při napájení malých jednoduchých přístrojů a zařízení z přenosných baterií akumulátorů. Malý síťový napájecí zdroj dnes obvykle jistíme tavnými pojistkami. Nejvhodnější jsou tzv. pojistky trubičkové. Nejběžnější rozměr je $\varnothing 5 \times 20$ mm, pro který dostaneme pojistkový držák, takový, že může být umístěn na panelu a pojistku můžeme snadno vyměňovat, aniž bychom přístroj otevírali. Víme, že takové pojistky s oblibou používají i mnozí výrobci např. televizorů, rádiových přijímačů, gramofonů atd. V amatérské praxi (a nejen v ní) byly a jsou i konstrukce, v nichž se taková pojistka umísťovala do jednoduchého otevřeného držáku přímo na desce s plošnými spoji uvnitř přístroje.

V místě pojistkového držáku nebo v jeho nejbližší blízkosti bychom vždy měli mít štítek, na kterém je označen zejména jmenovitý proud pojistky. Je třeba připomenout, že i o těchto malých pojistkách platí zákaz jakéhokoli jejich opravování. Při přepálení ji neopravujeme drátem, hřebíkem nebo staniolem, ale vždy použijeme novou pojistku o správném (jmenovitém) proudu. Na trubičkách bývá ještě kromě jmenovitého proudu uveden i písmenný znak:

F – pojistka s rychlou reakcí,

T – pojistka se zpožděnou reakcí,

M – nebo bez označení – pojistka běžná.

Trubičkové pojistky pro pracovní napětí 250 V se vyrábějí pro tuto řadu jmenovitých (vytávacích) proudů (proud v mA): 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000, 2500, 3150, 4000, 5000, 6300. Tedy od 32 mA do 6,3 A.

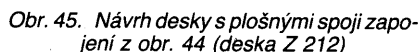
Důležitým parametrem tavných pojistek jsou tzv. vytávací doby. Tedy čas v ms, za který se pojistka určitým proudem přetaví. Pro náš typ malé trubičkové pojistky o $\varnothing 5 \times 20$ mm platí tyto údaje:

typ
048 A–F (rychlá)
pro jm. proud 100 mA až 6,3 A
při přetížení $2,75 \times$ je vytávací doba v rozmezí 50 ms až 2 s, při přetížení $4 \times$ je vytávací doba v rozmezí 10 ms až 300 ms;
048 A–T (pomalá, se zpožděním)
pro jmenovité proudy od 100 mA do 6,3 A
při přetížení $2,75 \times$ je vytávací doba v rozmezí 600 ms až 10 s, při přetížení $4 \times$ je vytávací doba v rozmezí 150 ms až 3 s.

Za povšimnutí stojí i známý úkaz, že se pojistky z velké většiny u elektronických, ale i elektrických zařízení mohou přetavit při zapínání, ale i při vypínání. Na toto téma bylo napsáno již mnoho pojednání a vedle teore-

Závěrem je třeba upozornit na jednu nepříjemnou vlastnost tavných pojistek. „Vytavovací doba“ polovodičových součástek je kratší než vytavovací doba těchto pojistek. To, co se v provedení malých trubičkových pojistek vydává za rychlé pojistky, obvykle žádnou usměrňovací diodu nebo tranzistor zapojený jako regulátor v přívodu napětí neochrání. Naivní je také používat tavné pojistky v kolektorech výkonových tranzistorů u nf zesilovačů, pokud jsou zapojeny jako zdroje napětí. V žádném případě běžnou tavnou pojistkou, byť v rychlejší vytavovací provedení, tranzistor koncového stupně nezachráníme před zničením při zkratu v místě připojení reproduktorů. Je známo, že ve všech případech jedinou spolehlivou ochranou jsou rychlé elektronické pojistky. To platí jak pro zesilovače, tak pro stabilizátory napětí. U síťových napáječů je třeba ještě poznamenat, že je vhodné v obvodu ponechat tavnou pojistku i v případě, že používáme elektronické jištění.

Obr. 44. Samočinné dobíjení akumulátorů



Nyní si popíšeme činnost přístroje podle elektrického schématu na obr. 44. Transistor T_2 a T_3 regulují proud tak, aby byl na výstupu stálý, konstantní. To znamená, že při odpojené nabíjené baterii B můžeme zatěžovat výstup od zkratu až do doby, než se na zatěžovacím rezistoru vytvoří úbytek asi +15 V. V této oblasti bude zátěži protékat stále stejný proud. Ten je určen nastavením rezistoru R_7 . Úbytek na R_7 se srovnává s napětím na svíticí diodě D_3 , které je v podstatě konstantní. Oba tranzistory se pak přivírají a otevírají tak, že se výstupní proud nemění. Baterie B se však může nabíjet jen

tehdy, je-li tranzistor T_1 otevřený. Tranzistor T_1 se otevírá napětím, které je určeno výstupním napětím operačního zesilovače. Při nabíjení musí být napětí U_2 na neinverující vstupu operačního zesilovače větší, než napětí na invertující vstupu. Výstupní napětí operačního zesilovače je pak blízké napájecímu napětí, tranzistor T_1 se tímto kladným napětím přivedeným na bázi otevře a svítivou diodou teče proud asi 10 mA. Na diodě se vytvoří konstantní úbytek napětí, nutný pro činnost proudového zdroje tvořeného tranzistory T_2 a T_3 a zároveň svit této diody indikuje činnost (nabíjení).

Při nabíjení baterie se její napětí zvětšuje. Úměrně tomu se zvětšuje i napětí na invertující vstupu operačního zesilovače OZ. Jakmile toto napětí bude větší než napětí na neinverující vstupu nastavené trimrem R_2 , operační zesilovač se zachová jako komparátor úrovně napětí na svých vstupech a „překlopí se“. Na jeho výstupu se skokem změní napětí z velkého kladného téměř na nulu. Následně se uzavře tranzistor T_1 , tím se přeruší záporné napětí do báze T_2 a oba tranzistory T_2 i T_3 se také uzavřou. Svítivá dioda D_3 přestane svítit a přeruší se nabíjecí proud do nabíjených akumulátorů B. Překlápění napětí operačního zesilovače, tedy úroveň napětí, při kterém se akumulátorky přestanou dobíjet, se nastavuje potenciometrem R_2 .

Co říci ke konstrukci přístroje? Odběr proudu je malý, řádu stovek mA, takže stačí i velmi malý síťový transformátor (kolem 10 W). Z toho plyne, že usměrňovací blok diod D_4 až D_7 není nijak zvlášť proudově ani napěťově namáhán a lze prakticky použít jakékoli křemíkové diody bez chladičů.

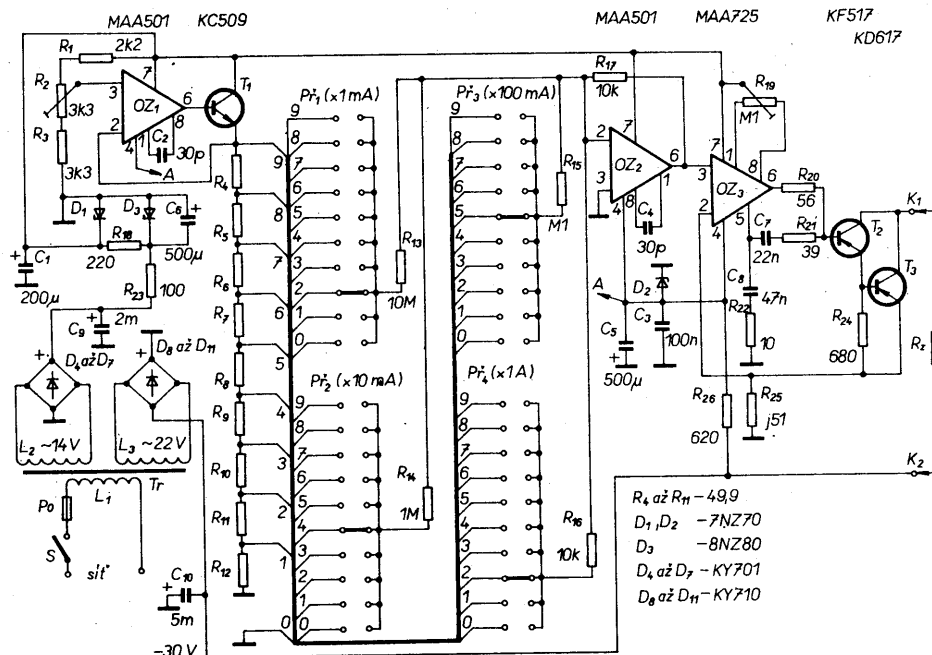
Závěrem bych chtěl upozornit, že tento typ napájecího zdroje je vhodný i pro případné dobíjení běžných burelových článků. Jak známo z odborné literatury, burelové články a baterie lze také dobíjet, čímž se dosahuje poměrně dobrých ekonomických výsledků (poměr mezi cenou a dobou používání se zmenšuje).

Možné uspořádání součástek na desce s plošnými spoji je na obr. 45.

Etalonový zdroj konstantního proudu

Popisovaný zdroj konstantního proudu je všeobecně použitelné zařízení. Výstupní napětí je omezeno asi na 30 V, jeho vnitřní odpor se blíží nekonečnu a do libovolné zátěže dává proud, který si můžeme ve čtyřech dekadách digitálně nastavit v rozmezí 0,001 až 9,999 A. Přesnost nastavení proudu je asi 3 %. Zdroje tohoto typu jsou vhodné např. pro měření dovolených napětí na přechodech polovodičových součástek v nepropustném směru a saturačních napětí v propustném směru. Zdroje konstantního proudu se s oblibou používají jako nabíječe akumulátorů, takto přesný zdroj proudu se hodí pro určování a měření kapacity akumulátoru. Ve spojení s voltmetrem můžeme přímo měřit odpor jako úbytek napětí při předem nastaveném proudu. Stejným způsobem můžeme oceňovat voltmetr jako teploměr, napájíme-li termistor konstantním proudem. Pracovní rozsah zdroje je omezen výstupním napětím. Konstantní proud lze však nastavit do zkratu a do měnící se zátěže R_z jen do té doby, dokud úbytek na odporu zátěže R_z nedosáhne napětí 30 V.

Nyní popis funkce zařízení podle schématu na obr. 46. Napájení je ze sítě 220 V přes



Obr. 46. Etalonový zdroj konstantního proudu

spínač a trubičkovou pojistku. Síťový transformátor má dvě oddělená sekundární vinutí, L_2 a L_3 . Obě napájecí větve mají své usměrňovací diody a filtrační kondenzátory, takže přístroj má prakticky dvě nezávislá vnitřní napětí – kladné a záporné. Kladná větev – vinutí L_2 , usměrňovací blok diod D_4 až D_7 filtrace kondenzátorem C_9 – na kondenzátoru je napětí téměř +20 V. Následuje dvojí stabilizace dvěma za sebou spojenými Zenerovými diodami D_1 a D_3 . Na filtračním kondenzátoru C_1 dostaneme kladné napájecí napětí pro operační zesilovač a vnitřní referenční zdroj (asi +15 V), přesná velikost napětí je dána Zenerovým napětím diody D_1 .

Vinutí L_3 , tedy kladná větev vnitřního napájení má odběr proudu řádu stovek miliampérů. Používá menší usměrňovací diody a tenčí vodič na cívice L_3 . Záporná větev je napájena ze sekundárního vinutí L_3 , usměrňovací blok diod D_8 až D_{11} musí být dimenzován na plnou proudovou zátěž zdroje, tj. asi 10 A. Na filtračním kondenzátoru C_{10} dostaneme záporné napětí asi 30 V, které je přímo spojeno s výstupní svorkou K_2 . Dodatečná filtrace kondenzátory C_3 a C_5 a stabilizace Zenerovou diodou D_2 slouží pouze pro napájení (záporným napětím) všech tří operačních zesilovačů (spojené vývody 7).

Operační zesilovač OZ_1 s tranzistorem T_1 představují zdroj referenčního napětí. Na oba prvky lze se dívat jako na jeden člen, neboť stabilitu určuje zpětná vazba z emitoru T_1 na vstup 2 OZ_1 . Velikost napětí určuje polohu běžce odporového trimru R_2 . Na emitoru tranzistoru bude tedy vnitřní referenční napětí U_0 , na které je připojen dělič složený z devíti přesných rezistorů R_4 až R_{12} s odporem 49,9 Ω . Na jednotlivých uzlech děliče pak budou napětí od U_0 před 8/9 U_0 , 7/9 U_0 atd. až 0 V.

Operační zesilovač OZ_2 , který má na vstupu 2 čtyři dekadické přepínače Pf_1 až Pf_4 , pracuje jako sumátor. Napětí ze sběrače Pf_1 je na výstupu 6 OZ_2 zesílené (nebo spíše zeslabené) v poměru odporů rezistorů R_{17}/R_{13} . Analogicky ze sběrače Pf_2 se napětí na výstupu 6 OZ_2 projeví v poměru R_{17}/R_{14} . Proto je možno na výstupu 6 operačního zesilovače OZ_2 čtyřmi dekadickými přepína-

či Pf_1 až Pf_4 nastavit libovolné napětí od 0 do 1,111 U_0 po skocích 0,001 U_0 . Výstupní napětí v bodě 6 OZ_2 můžeme vyjádřit vztahem

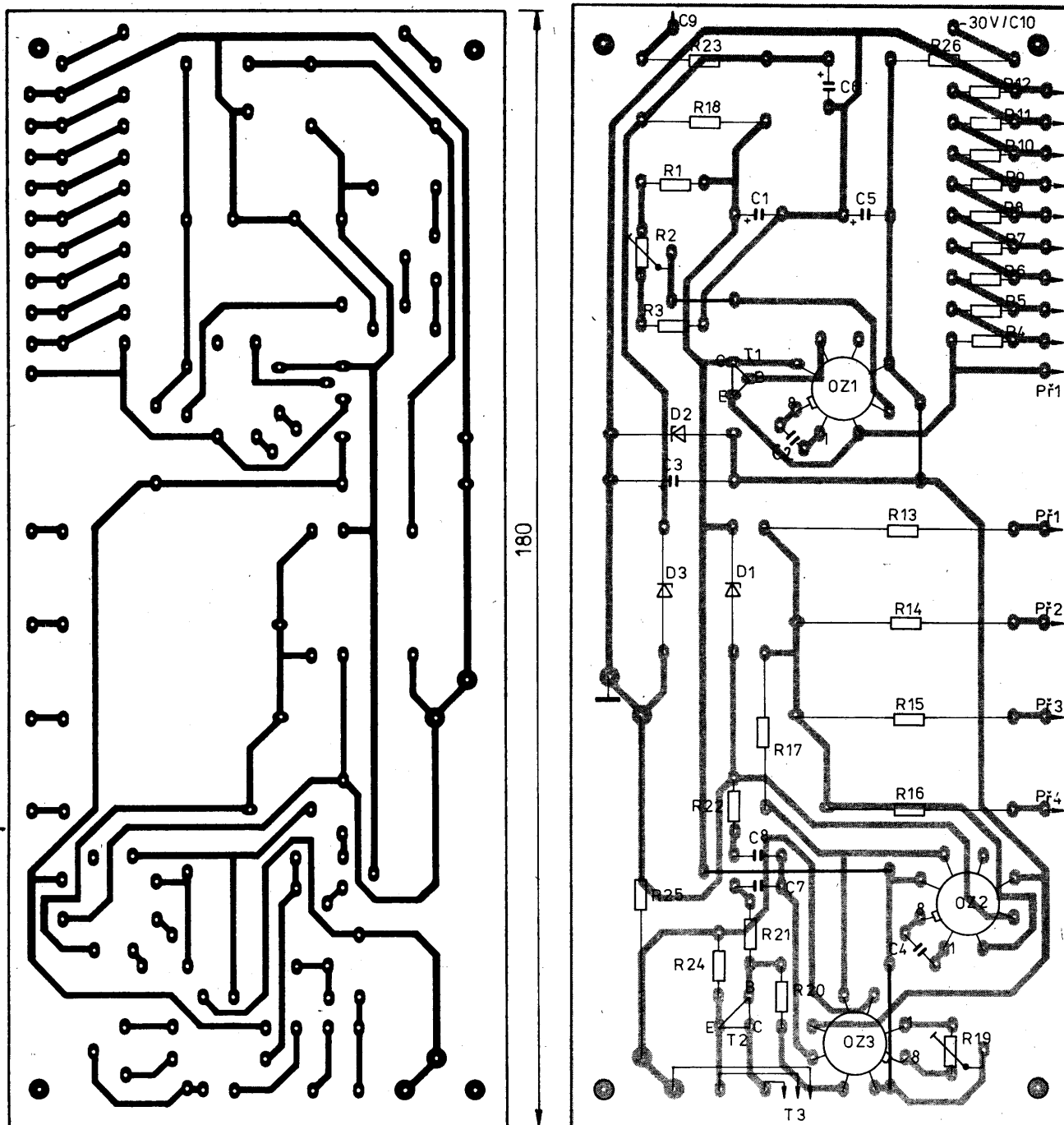
$$U = K_1 U_0/9 + K_2 U_0/90 + K_3 U_0/900 + K_4 U_0/9000,$$

kde K_1 až K_4 jsou koeficienty nastavení přepínačů Pf_1 až Pf_4 (0, 1, 2, 3 až 9).

Operační zesilovač OZ_3 s výstupními tranzistory T_2 a T_3 tvoří vlastní proudový zdroj. Podstata regulace proudu je jednoduchá. Na přesném rezistoru R_{25} s odporem 0,51 Ω vzniká při připojení zatěžovacího rezistoru R_z úbytek napětí. Ten se zavádí do invertujícího vstupu 2 operačního zesilovače. Do neinverujícího vstupu je přiváděno referenční napětí z předchozího stupně, tedy ze sumátoru. Protože se obě napětí na vstupech porovnávají na stejnou úroveň, otevřou se tranzistory T_2 a T_3 jen tolik, aby úbytek napětí na referenčním rezistoru R_{25} byl stejný jako je přiváděné nastavitelné referenční napětí. To znamená, že i při měnícím se rezistoru R_z , který představuje vnější zátěž zdroje, pracuje regulace tak, že svorkami K_1 a K_2 protéká stále stejný (konstantní) proud. Jeho velikost můžeme digitálně, po skocích nastavit dekadickými přepínači.

Z praktických zkušeností lze říci, že vzhledem k použitým součástkám (zejména tranzistoru T_3 , ale i T_2) lze zdroj trvale provozovat do zatížení 5 A. V rozsahu 5 až 10 A je tranzistor T_3 již přetížen. Je si třeba uvědomit, že např. při rozsahu 9,999 A a zkratu na výstupu se tranzistor T_3 zatěžuje výkonem 300 W. Takže ten, kdo bude potřebovat provozovat tento zdroj v mezích pracovních podmínek a při velkých proudech, musí zvolit tranzistor s příslušným chladičem tak, aby vydržel výkon větší než 300 W.

Příklad návrhu desky s plošnými spoji je na obr. 47. Na desce není umístěn tranzistor T_3 , u něhož se počítá s umístěním na chladiči.



Obr. 47. Návrh desky s plošnými spoji zapojení z obr. 46 (deska Z 213)

Diskrétní tyristorový regulátor výkonu

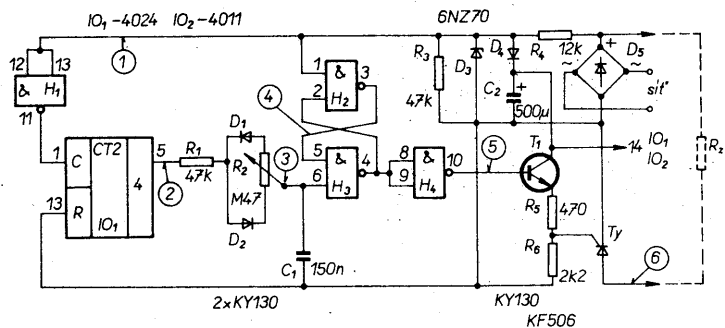
Popisované zapojení pracuje jako tyristorový regulátor, u něhož se proud zátěží řídí natočením hřídele potenciometru. Většina tyristorových regulátorů pracuje na fázovém principu, kdy se tyristor otevírá během každé půlperrody průběhu síťového napětí. Regulace se provádí fázovým zpožděním otevření. Zátěží neprochází celá půlperroda, ale jen její část. Toto klasické tyristorové řízení má dvě zásadní nevýhody. První je špatná práce regulátoru při indukčních zátěžích, kdy fázový posuv řízeného proudu je vůči napětí, který tyristor ovládáme, posunut o více než je úhel otevření tyristoru. Druhou

nevýhodou je vznik velkého rušení, které je způsobeno množstvím parazitních signálů harmonických kmitočtů. Odrůšení nebývá snadné a mnohdy je i základním důvodem, proč nelze fázové řízení tyristoru vůbec používat.

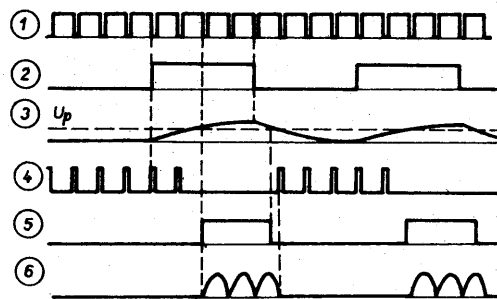
Popisovaný regulační obvod otevírá tyristor jen při průchodu řízeného síťového napětí nulou. Principem řízení je, že tyristor pustí do zátěže jen určitý počet celých půlperiod střídavého proudu. Pro ostatní půlperrody se zase na určitý okamžik uzavře. Zátěží tedy prochází proud při „plném“ napětí a výkon se reguluje pouze poměrem počtu propuštěných a nepropuštěných půlperiod obvodem tyristoru. Jde o regulaci výkonu nespojitou, vhodnou jen pro některá použití. Prodlevy obvykle nevádí tam, kde má zátěž určitou setrvačnost, tj. u topných těles, motorů se setrvačnickem, nabíječů akumulátorů. Naopak časové prodlevy způsobují nepříjemné

poblikávání světla, pokud regulujeme proud do žárovek apod. Největší výhodou je, že regulátor nepotřebuje žádné odrůšovací členy, obvody filtrace apod.

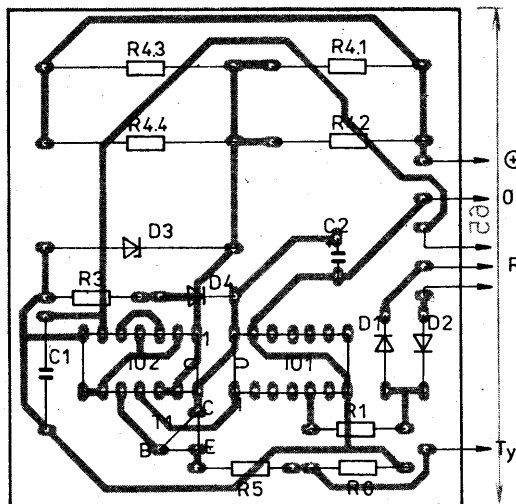
Princip činnosti si vysvětlíme na schématu zapojení na obr. 48. Regulace je nespojitá, diskretní. Počet stupeň regulace je možno měnit přepojením vývodů čítače na čtyři, osm nebo šestnáct, s diskretností od 6,25 do 25 %. Na schématu je nakresleno zapojení s osmi stupni. Průběhy napětí v jednotlivých bodech schématu jsou označeny čísly 1 až 6 a jsou rozkresleny na jednotné časové ose na obr. 49. Z nich se činnost zapojení nejsnáze pochopí. Síťové impulsy, dvojcestné usměrněné a oříznuté Zenerovou diodou na úroveň +12 V jsou v bodě 1. Tyto impulsy se hradlem H_1 pouze negují a přicházejí na vstup 1 integrovaného obvodu IO₁ typu 4024, což je sedmibitový čítač. Zde se vydělí v poměru 1:8, tj. na opakovací kmitočty



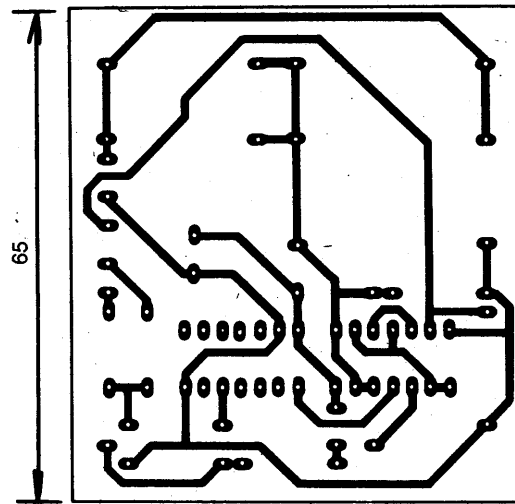
Obr. 48. Diskrétní tyristorový regulátor



Obr. 49. Průběhy napětí v jednotlivých bodech tyristorového regulátoru



Obr. 50. Deska s plošnými spoji pro tyristorový regulátor (deska Z 214)



Jiný typ nespojitého tyristorového regulátoru

Pro některé aplikace tyristorové nebo triakové regulace nemusíme používat tradiční fázovou regulaci, můžeme do zátěže pouštět jen některé periody střídavého proudu a pro některé necháme tyristor zavřený. Například při regulaci na 50 % pustíme do zátěže jen každou druhou půlperiodu střídavého proudu, při regulaci 10 % jen každou desátou apod. Samozřejmě je, že tento typ regulace lze použít především (nebo pouze) tam, kde účinky střídavého proudu v regulované zátěži mají dostatečnou setrvačnost. Vhodné jsou např. všechna topidla apod., nevhodný je tento způsob třeba pro regulaci svícení.

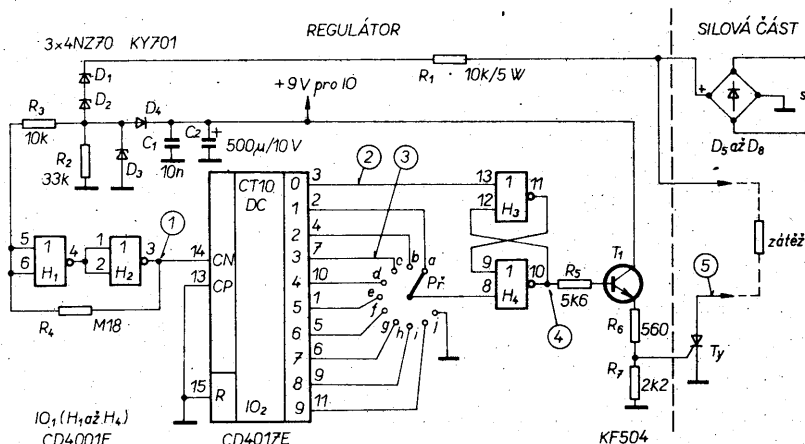
Činnost regulátoru si vysvětlíme nejlépe podle skutečného schématu na obr. 51. Dvojcenné usměrněné střídavé napětí na výstupu můstkového usměrňovače, určené pro napájení zátěže, použijeme zároveň pro regulátor. Přes omezovací pětivattový rezistor R_1 a dvě Zenerovy diody D_1 a D_2 dostaneme na třetí Zenerové diodě D_3 napětí +9 V. D_4 je v podstatě pouze oddělovací dioda, která má ke katodě připojené filtrační kondenzátory C_1 a C_2 – z tohoto bodu se napájejí oba integrované obvody IO_1 a IO_2 i kolektor tranzistoru T_1 .

Hradla H_1 a H_2 (CMOS NOR) pracují jako tvarovací obvod pravoúhlého napětí, vytvořeného z půlperiod střídavého síťového napětí na Zenerově diodě D_3 . IO_2 je dekadický čítač a budič displeje s výstupy 0 až 9.

12,5 Hz. Výstup čítače je na obr. 49 označen jako 2. Zároveň upravené síťové impulsy překlápějí obvod R-S, tvořený hradly H_2 a H_3 . Klíčovým místem pro regulaci je úroveň stejnosměrného napětí na vstupu 6 hradla H_3 , znázorněná v grafickém vyjádření průběhem 3. Kondenzátor C_1 s rezistory R_1 a R_2 pracuje jako integrační člen. Kondenzátor C_1 se plynule nabíjí přes uvedené rezistory ve chvíli, kdy se na vývodu 5 čítače IO_1 objeví úroveň log. 1. Je-li na vývodu čítače log. 0, kondenzátor C_1 se se stejnou časovou konstantou přes stejné rezistory vybíjí. Diody D_1 a D_2 plní činnost oddělovacích členů. Úroveň napětí na kondenzátoru C_1 se řídí činnost obvodu R-S, překlápěného síťovým impulsním napětím. Za invertorem, tvořeným hradlem H_4 , dostaneme průběh 5, což je šířkově modulovaný impuls, vždy synchronizovaný s kmitočtem sítě tak, že hrana tohoto impulsu souhlasí s průchodem síťového napětí nulou. Šířku tohoto impulsu měníme natočením hřídele potenciometru R_2 . Do zátěže R_z pak přichází tolik síťových půlperiod (6), kolik jich v časové ose odpovídá šířce impulsu na bázi tranzistoru T_1 .

Jestliže bychom chtěli zmenšit počet regulačních stupňů na čtyři, pak rezistor R_1 připojíme na vývod 2 čítače IO_1 a kapacitu kondenzátoru zmenšíme na 80 pF. Naopak, je-li nutno zvětšit počet regulačních stupňů na šestnáct, je nutno C_1 zvětšit na 250 nF a R_1 připojit na vývod 10 čítače.

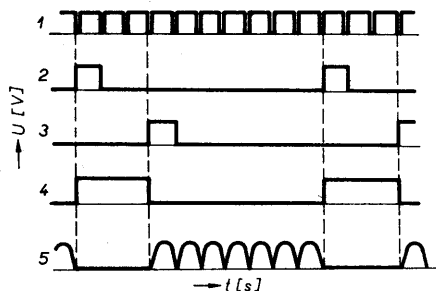
Příklad zapojení regulátoru na desce s plošnými spoji je na obr. 50. Rezistor R_4 je složen ze 4 rezistorů (vzhledem k požadované výkonové ztrátě).



Obr. 51. Jiný tyristorový regulátor

Přepínáním Př volíme polohu a až i přepínače, kde poloha *a* představuje řízení 10 %, *b* 20 % až *h* 90 %. Při vyřazení čítače z provozu (v poloze *i* přepínače) procházejí zátěží všechny půlperiody a výkon je tedy 100 %.

Za přepínačem Př je připojen bistabilní klopný obvod z hradel H_3 a H_4 . Následuje pak již jen nutný oddělovací tranzistor, který přes R_6 spíná impulsy pro řízení tyristoru. IO₁ je čtyřnásobné dvojitvstupové hradlo NOR typ CD4001E (nebo např. SSSR K176LE5). IO₂ je dekadický čítač (a budič displeje) CD4017E (nebo MC14017 nebo SSSR K176IE8).



Obr. 52. Průběhy napětí v obvodu regulátoru

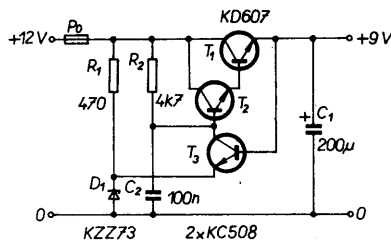
Průběhy napětí v bodech 1 až 5 jsou patrné z obr. 52. V bodě 1 je průběh pravého napětí za tvarovačem na vstupu čítače, v bodě 2 dostaneme každý desátý impuls určený pro překlápění bistabilního klopného obvodu. Bod 3 je zvolen náhodně pro regulaci 30 %. V bodě 4 jsou tvarované impulsy z bistabilního obvodu, které v podstatě určují dobu zapnutí tyristoru. V bodě 5 je průběh napětí na zátěži.

Druh diod D_5 až D_8 a tyristoru T_y určíme z velikosti zátěže. Regulátor by měl pracovat v širokém rozsahu (podle použitých tyristorů) možných zátěží, tj. měl by být co nejuniverzálnější.

Jaké jsou výhody popisovaného regulátoru? Většina nyní používaných tyristorových regulátorů je založena na fázovém řízení. Řídící impuls určený pro sepnutí tyristoru je zpožděn o 0 až $\pi/2$ vůči počátku periody řízeného střídavého napětí. Změny proudu jsou způsobeny tím, že na zátěži není celý sinusový průběh, ale pouze jeho část, daná právě zpožděným sepnutím tyristoru. Tento známý a nejběžnější způsob tyristorového řízení má nevýhody, uvedené v předchozím článku. K tomu lze dodat jen jedno: Z potřeby spínat vždy co nejmenší proud by mnohdy bylo vhodné regulovat střídavé napětí už v primární části transformátoru. Indukční zátěž, způsobující posunutí proudu vůči napětí, i v tomto případě rozsah fázové řízené regulace omezuje. Shrneme-li pak výhody a nevýhody obou druhů regulace, zjistíme, že se popisovaná nespojitá regulace vyznačuje zejména podstatně menším rušením a schopností regulovat napětí i do indukčních zátěží.

Napáječ 9 V k autobaterii

Mnohé bateriové spotřebiče, jako jsou rozhlasové přijímače, magnetofony i některé televizory, přehrávače atd. mívají napájecí napětí 9 V. Pokud je chceme použít např. v kempovacím přívěsu a máme k dispozici



Obr. 53. Náhrada napájecí baterie 9 V

napájecí napětí 12 V z autobaterie, potřebujeme zhotovit jednoduchý napáječ.

Je si třeba uvědomit, že palubní napětí odebírané z automobilu může kolísat od asi 10 V, kdy je akumulátor téměř vybitý, až po horní hranici téměř 15 V v době, kdy je spuštěný motor a alternátor (případně u starších typů automobilů dynamo) akumulátor nabíjí a my z něho paralelně odebíráme energii. Zapojení pracuje tak, že stabilizuje výstupní napětí. Jeho přesná úroveň je dána Zenerovým napětím referenční diody D_1 . Jinak je zapojení na obr. 53 jednoduché. Tranzistor T_3 je zapojen jako zesilovač chybového napětí. Oba tranzistory T_1 a T_2 jsou v tzv. Darlingtonově zapojení, které se používá k získání co největšího zesilovacího činitele. Kondenzátor C_2 jednak vyhlazuje případné vřepky na vstupu, jednak zamezuje kmitání napáječe.

Spotřebič na výstupu by neměl mít větší příkon než 50 W. Tranzistor T_1 bychom měli umístit na důkladný chladič o ploše alespoň 500 cm². Pojistku P_o volíme podle případného spotřebiče.

Pro většinu běžných použití toto zapojení vyhoví. Některé spotřebiče však vyžadují podle konkrétních poměrů přidat ještě další odrušovací členy. V takovém případě nejprve zvětšíme kapacitu kondenzátoru C_1 , případně přidáme ještě další vyhlazovací kondenzátor na vstup paralelně k R_1D_1 .

Měníč napětí 12 V/220 V

Většina měničů napětí pracuje s jinými kmitočty než 50 Hz. Nicméně celá řada spotřebičů je stavěna tak, že síťové napětí 220 V a kmitočet 50 Hz potřebují. Jde zejména o asynchronní motorky, elektrické hodiny a stopky, elektromechanická počítadla apod. Popisovaný měnič je určen pro malé spotřebiče do příkonu 10 až 15 W (jako jsou malé motorky, holicí strojky, zářivky s trubicí 8 W, stroboskopy apod.). Vzhledem k tomu, že koncový stupeň tvoří tranzistor T_2 a T_4 (včetně transformátoru Tr) je předimenzován, lze za cenu zmenšení výstupního napětí měnič přetěžovat i trvale asi o 50 až 100 %.

V zásadě jde podle schématu na obr. 54 o generátor impulsů 100 Hz, tvořený levou

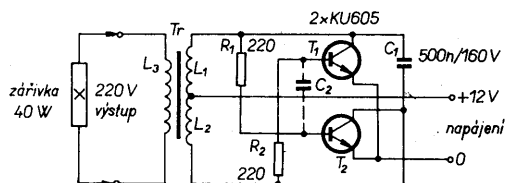
polovinou obvodu 4013. Velikost kmitočtu určují členy R_1C_1 a R_2C_2 . Integrovaný obvod 4013 je dvojitý klopný obvod se vstupy SET a RESET typu CMOS. IO má napájení +12 V na vývodu 14 (viz schéma), které je ještě dodatečně filtrováno kondenzátory C_1 a C_2 . Při napájení nestabilizovaným napětím +12 V má výstupní kmitočet měniče stabilitu asi 5 % v prostředí běžné pokojové teploty. Druhá, pravá část obvodu 4013 pracuje jako tvarovač impulsů. Na výstupech 12 a 13 lze odebrat kladné pravouhlé impulsy se střídou 1:1 ve vzájemné negaci a samozřejmě se stejným kmitočtem. To znamená, že tedy, je-li na výstupu 12 kladný impuls, je na druhém výstupu 13 úroveň napětí log. 0 a samozřejmě, že v následujícím časovém okamžiku je tomu naopak.

Zapojení výkonového zesilovače je zcela souměrné. Horní část (T_1 a T_3) je zcela totožná se spodní částí (T_2 a T_4). První tranzistor je pouze budič, pak následuje výkonový člen. Výkonové tranzistory T_3 a T_4 je nutno umístit na dvou oddělených chladičích. Při kontrole funkce doporučuji se převěřit, zda se nejen plně zavírají, ale zejména otevírají až do plné saturace. Tranzistory T_3 a T_4 pouštějí impulsy do primárního vinutí transformátoru Tr , tj. vinutí L_1 a L_2 střídavě. Odběr proudu ze zdroje, kterým by měl být olověný automobilový akumulátor, je asi 2,5 A. Tento proud je v podstatě určen odběrem koncového stupně, protože odběr proudu pro IO na svorce 14 je vůči této velikosti zanedbatelný.

Transformátor Tr je nutno vzhledem k stejnosměrnému sycení primárních vinutí předimenzovat. Jeho navrhované údaje: plechy EI 32 × 32, skládat střídavě bez vzduchové mezery. Převod 1 : 20 a 5,2 z/V. Cívky $L_1 = L_2$ 65 závitů drátu o \varnothing 1 mm CuL, $L_3 = 1300$ závitů drátu o \varnothing 0,3 mm CuL. Všechny rezistory jsou výkonové dimenzovány na 0,25 W, výjimku tvoří R_9 , který by měl být na 0,5 W. Všechny kondenzátory jsou na napětí +15 V, výjimku tvoří C_5 , který musí být neelektrolytický, alespoň na 600 V (nejlépe v provedení MP).

Napájení zářivky z automobilové baterie

Zářivka je dnes jedním z neúčinnějších zdrojů světla. Všimněte si, že zářivky se



používají jako svítidla v prostředcích hromadné dopravy jako jsou autobusy, tramvaje, vlaky, metro apod. Některé automobilové firmy používají miniaturní zářivky i jako osvětlovací tělesa pro interiéry osobních automobilů. Se zářivkami se vyrábějí i přenosné svítidly. K tomu, abychom mohli zářivku napájet z baterie, musíme mít nebo zhotovit měnič napětí. Klasické měniče napětí, které používali ve svých zařízeních především vojáci, byly v minulosti obvykle elektromechanické. Šlo zejména o malé vibrátory, což je elektromechanické zařízení, které obsahovalo kmitající kontakty, podobné jako má elektrický zvonek. Kontakty přerušují stejnosměrný elektrický proud, mění jej na pulsní a ten je pak možné transformovat. Pro větší výkony se používaly a někde dodnes používají měniče rotační: Na jedné hřídeli je stejnosměrný motor a generátor, motor otáčí rotorem generátoru, který pak dodává potřebné napětí pro další spotřebiče. Dnešní moderní měniče mají kontakty, které spínají a přerušují stejnosměrný proud, nahrazeny tranzistory, případně tyristory.

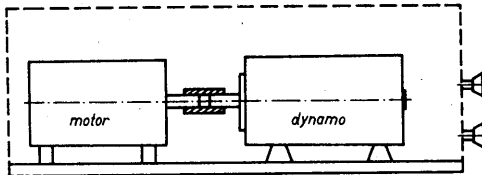
Měnič podle obr. 55 je určen pro zářivku 40 W, 220 V. Napájení z olověného automobilového akumulátoru jej předurčuje zejména k použití např. na chatě, kde nemáme přívod elektrické energie apod. Funkce je jednoduchá. Dva výkonové tranzistory T_1 a T_2 pracují střídavě do dvou vinutí L_1 a L_2 v protitaktu. Kmitočet je asi 2500 Hz a je dán indukčností vinutí transformátoru a kapacitou kondenzátoru C_1 . Nasazuje-li střídač špatné oscilace, je vhodné přidat mezi báze tranzistorů T_1 a T_2 malý kondenzátor C_2 s orientační kapacitou asi 68 nF. Podstatnou výhodou je, že zářivka vzhledem k použití kmitočtu nemusí mít ani startér ani tlumivku na kondenzátor. Napětí na sekundární straně transformátoru je nestabilizované, měkké. Naprázdno je výstupní napětí větší než jmenovité, při zapálení zářivky se však značně zmenší a při jejím plném rozsvícení se zvětší na velikost asi 180 V.

Oba tranzistory musíme upevnit na chladiče o ploše alespoň 400 cm². Rezistory R_1 a R_2 volíme drátové, vhodný typ je např. TR 520. Transformátor Tr má jádro EI 32×32 mm. Primární vinutí L_1 a L_2 má 2×21 závitů drátu o \varnothing 0,8 až 1 mm CuL. L_3 , sekundární vinutí, je navinuto poslední: 750 závitů drátu o \varnothing 0,4 mm.

Svářečka z dynama

Jedním z mnoha způsobů, jak doma zhotovit jednoduchou elektrickou svářečku, je použít staré automobilové dynamo. Nové běžně neseženeme, neboť, jak známo, automobilový průmysl do všech motorových vozidel již montuje alternátory. Pro svářečku se hodí jakékoli dynamo, které má jmenovité napětí 24 nebo 48 V a výkon větší než 800 W. Taková dynama mají nebo měly staré autobusy, nákladní automobily, vlakové soupravy, traktory, stavební a zemědělské stroje apod.

Náš návod je nekonkrétní v tom, že nepředepisuje určitý typ příslušného dynama ani určitý typ elektromotoru. Nová dynama se již nevyrábějí a na typu elektromotoru příliš nezáleží. Popisovaný princip regulace svářecího proudu je prakticky pro všechna dynama univerzální. Sehnat staré, vyřazené dynamo by neměl být problém. Dynamo musíme rozebrat, vyčistit. Dobře prohlédnout ložiska, nejprve je vymýt, pak namazat, případně vyměnit. Téměř vždy je nutné osoustružit

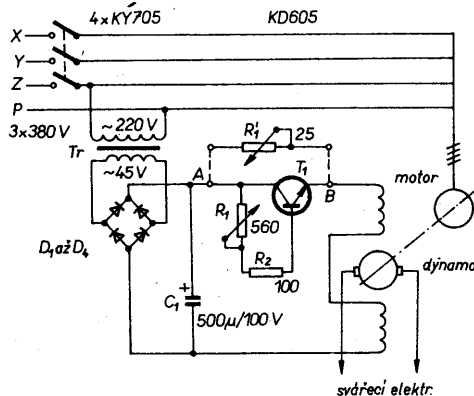


kolektor a vyměnit uhlíky. Vývody z uhlíků vyvedeme na vnější svorky svářečky a na ně připojíme svářecí kabely. Záporný pól použijeme pro uzemnění, kladný pro svářecí kleště. Budící vinutí odpojíme a vyvedeme zvlášť. Při sváření budeme do tohoto vinutí pouštět budící proud a jeho velikostí regulovat velikost svářecího proudu. Teoreticky lze svářecí proud ještě regulovat rychlostí otáčení, což je ovšem složitější.

V obvyklé amatérské konstrukci postupujeme takto: Vždy musíme vyjít od konkrétního typu dynama. K němu pak musíme sehnat vhodný motor. Nejjednodušší a nejlevnější jsou pro tento účel třífázové asynchronní motory s kotvou nakrátko. Z hlediska příkonu by měl být motor alespoň o 25 % „silnější“ než dynamo. Jmenovité rychlosti otáčení obou strojů by měly být pokud možno shodné. Třífázové asynchronní motory mají standardní řadu rychlosti otáčení danou počtem pólů; přesná rychlost otáčení je menší jen o skluz vůči točivému elektrickému poli, jehož synchronní kmitočet je dán kmitočtem střídavého napájecího napětí. Dvojpolové stroje mají 3000 ot/min, čtyřpolové 1500 ot/min, šestipólové 1000 ot/min a osmipólové 750 ot/min., samozřejmě, že „otáček“ ideálních synchronních bez skluzu. Takže máme-li k dispozici např. běžné autobusové dynamo 800 W, 24 V, 1450 ot/min, volíme k němu čtyřpólový motor o příkonu větším než 1 kW. Konkrétně v tomto případě je vhodný typ MEZ AP90-4.

Mechanicky motor i dynamo upevníme na desku tak, aby hřídele obou strojů byly na stejné ose otáčení a spojíme je vzájemně spojkou (obr. 56). Hnací motor napájíme ze sítě přes spínač, pojistky nebo motorový jistič, případně přidáme nadproudovou ochranu. Pro regulaci budícího proudu dynama si postavíme regulovaný zdroj podle schématu na obr. 57. Střídavé síťové napětí je nutno nejprve transformovat. Potřebný transformátor Tr, pokud neseženeme typový, musíme navinout. Použijeme plechy EI 32×32 mm. Převod je 220 V/45 V (lze použít i 380 V/45 V). Primární vinutí má 950 závitů drátu o \varnothing 0,45 mm CuL, sekundární 200 závitů drátu o \varnothing 0,9 mm. Transformované napětí se běžně dvojnásobně usměrňuje čtyřmi diodami D_1 až D_4 . Vyhlašovaci kondenzátor C_1 musí být minimálně na napětí 100 V. Způsob regulace může být dvojitý. Lze použít R_1 , zapojený jako reostat, dimenzovaný na proudové zatížení asi 2 A (tj. 100 W). Pokud bychom jej chtěli vyrábět, potřebujeme odporový drát kanthal o \varnothing 0,6 mm s měrným odporem 4,76 Ω /m. Tato varianta předpokládá, že mezi svorkami A–B je zapojen jako regulační člen proměnný rezistor (reostat) s odporem 5 až 25 Ω . Druhým řešením je prožit regulační tranzistor T_1 a proud regulovat běžným drátovým potenciometrem 560 Ω /1 W. Tranzistor musí být samozřejmě upevněn na dostatečně dimenzovaném chladiči. Regulovaný proud pak zavedeme do budícího vinutí dynama. Princip je stejný, ať má dynamo jedno nebo dvě budící vinutí.

Obr. 56. Svářečka z dynama, mechanické uspořádání (schematicky)



Obr. 57. Elektrické zapojení svářečky

Termoelektrické články

Jedním ze zdrojů elektrické energie jsou termoelektrické články. Stýkají-li se dva různé kovy, vzniká mezi nimi rozdíl potenciálů. Závislost potenciálního rozdílu na teplotě má za následek, že v uzavřeném obvodu, složeném ze dvou různých vodičů, protéká proud, nemají-li obě styčná místa stejnou teplotu. Tento proud však nepředstavuje žádné „perpetuum mobile“, protože ve styčných místech nastávají ekvivalentní změny teploty a sice tak, že působí k vyrovnání teplot: chladnější místo se ohřívá a naopak teplejší ochlazuje. Je třeba dodat, že podobné děje probíhají i v těmže vodiči mezi úseky různé teploty.

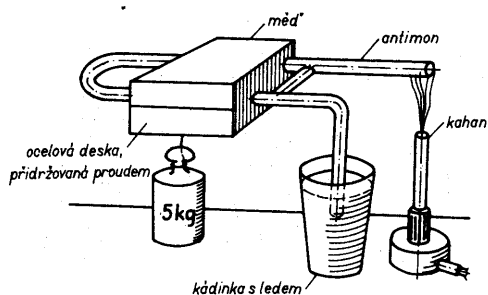
Kombinace dvou vodičů, jichž spoje se zpravidla úmyslně na jedné straně zahřívají a na druhé chladí, představuje termoelektrický článek, nebo prostě termočlánek. Termoelektrická síla takového článku se dá pro určitou dvojici vyjádřit empirickým vzorcem $E = \alpha(T - T_0) + \beta/2(T - T_0)^2$, kde α a β jsou konstanty, které pro příklad udává v mikrovolttech (vztahy k Pb) tato tabulka:

	Fe	Ag	Cu
α	+ 17,15	+ 2,12	+ 1,34
β	+ 0,048	+ 0,015	+ 0,009
	Pb	Pt	Ni
α	0,0	- 0,60	- 21,8
β	0,0	- 0,011	- 0,051

T a T_0 je teplota ve [°C], E je elektromotorická síla ve [V].

Ze vzorce je zřejmé, že maximální potenciální rozdíl nastává pro každý „termopár“ při určité teplotě, po níž opět klesá k nule.

Pro malé teplotní rozdíly můžeme předpokládat, že je vznikající napětí (tj. rozdíl potenciálů) téměř úměrné rozdílu teplot a můžeme je zhruba vypočítat z následující řady tak, že rozdíl napětí udaného v závorce v mikrovolttech pro rozdíl teplot 1 °C násobíme příslušným teplotním rozdílem: selen (850), anti-



Obr. 58. Fyzikální pokus

mon (100), železo (83), mosaz (76), cín (73), měď (72), stříbro (72), platina s 10 % rhodia (71), zlato (71), zinek (71), olovo (69), rtuť (65), platina (65), nikl (61), konstantan (30), vizmut (0).

Tyto údaje považujeme za velmi přibližnou, protože uvedené hodnoty se podstatně mění nepatrným množstvím cizích příměsí v základním kovu. Je dále zřejmé, že elektromotorická síla termočlánků je poměrně nepatrná.

Protože termočlánek vytvořený ze spojení dvou kovů má malý vnitřní odpor, je schopen dávat při malém napětí i velký proud. Známy je fyzikální pokus, při němž se zahřívá jediný závit antimonu, zkratovaný měděným pásem, plynovým kahanem. Zkratový proud v tomto obvodu stačí udržet závaží 5 kg (obr. 58).

Zajímavé praktické využití termoelektrického jevu navrhli v padesátých letech technici závodu Elektronika. Dodávali radiopřijímač RODINA 52 se zajímavým napájecím zdrojem, tvořeným petrolejovou lampou, která měla místo stínítka termočlánek.

Jak ukazuje připojený obrázek (obr. 59), vypadá celé zařízení jako vějířovité stínítko. Na lampový cylindr je navlečen hliníkový váleček (hliník je lehký a současně výborně vede teplo), obklopený tenkou vrstvou slidy. Ke slidě přiléhají zahřívající části termočlánků. To, co vidíme na obrázku, jsou jen chladiče žebra, opět hliníková, jejich vnitřní plochy se dotýkají termočlánků druhou stranou. Všechny články jsou spojeny za sebou a jak je z obrázku vidět, mají na prvním a posledním článku vývody.

Vnitřní zahřívání petrolejovou lampou a vnější chlazení osmadvaceti hliníkovými žebry dovoluje dosáhnout rozdílu teploty až 300 °C, čímž vzniká na vývodech termočlánků napětí 1 až 2 V.

Část takto získaného proudu sloužila pro žhavení elektronek přijímače. Druhá část je vedena do vibračního měniče. Je to v podstatě transformátor, v jehož primárním obvodu se přerušuje proud (na principu Wagnerova kladívka). Sekundární obvod pak dává přiměřeně větší střídavé napětí, v daném případě 100 až 120 V, které se po usměrnění používá k napájení anod elektronek.

Přijímač „Rodina 52“ se do Československa nikdy nedovážel. Ten, kdo jej dnes vlastní, má cenou technickou raritu. Nástupem tranzistorů nejsou takovéto konstrukce potřeba, neboť baterie vydrží v rozhlasovém přijímači relativně dlouhou dobu.

V praxi se termočlánky používají většinou pouze k měřicím účelům. Vyrábějí se tzv. termokříže a termočlánky pro měření teplo-

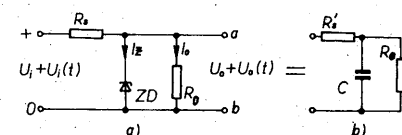
ty. Průběh výstupního napětí v závislosti na teplotě je téměř lineární a pro mnohá použití v rozmezí teplot od 500 do 1500 °C jsou zatím termočlánky nenahraditelné.

Termočlánky pro přímou přeměnu tepla na elektrickou energii se pro velice malou energetickou účinnost vůbec nepoužívají. Je však možné, že se po některých objevech v oblasti zejména supravodivých látek účinnost termočlánků zvětší a my se k termoelektrickým článkům jako zdrojům elektrické energie vrátíme.

Zenerovy diody a tranzistory jako vyhlazovací členy

Amatéri se obvykle snaží při stavbě jakéhokoliv zařízení s co nejmenším množstvím vynaložených prostředků dosáhnout co nejlepších výsledků. Za málo peněz hodně muziky, tak charakterizuje tuto snahu lidové přísloví. Proto se mnozí při stavbě napájecích zdrojů spokojí s pouhým usměrněním a filtrací. Stabilizaci, byť jednoduchou, považují za přepych, který má oprávnění jen tehdy, je-li nezbytně nutná pro funkci napájecího přístroje. Jen velmi málo se ví, že Zenerova dioda i tranzistor, zapojený jako sériový regulační člen, mají tak velké filtrační účinky, že nahradí velké, dnes cenově drahé filtrační kondenzátory.

Pochopitelně, to, co jsem uvedl, platí s jistými omezeními pouze v určité oblasti velmi hrubě ohraničenými napětím od 5 do 50 V a při odběru proudu do 1 A. Lze také upozornit na celosvětový trend vývoje cen elektronických součástek; ceny polovodičů, tj. v našem případě diod a tranzistorů, překvapivě klesají, ceny ostatních součástek, zde kondenzátorů, zůstávají po mnoho let stejné nebo mírně stoupají. Zenerova dioda ZD v zapojení podle obr. 60 má známé stabiliza-



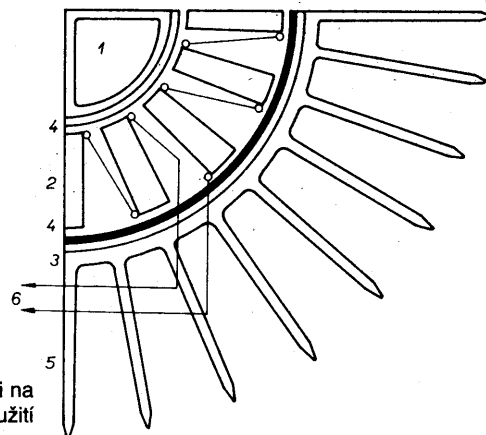
Obr. 60. Základní zapojení Zenerovy diody jako vyhlazovacího členu (a) a náhradní schéma obvodu (b)

zační účinky, což je poměr změny vstupního napětí ΔU_i : U_i k relativní změně výstupního napětí ΔU_o : U_o . Má-li Zenerova dioda vnitřní dynamický odpor r_z , je změna výstupního napětí

$$\Delta U_o = \Delta U_i \frac{R_z}{R_z + r_z},$$

z čehož stabilizační činitel

$$S_u = \frac{U_o}{U_i} (1 + \frac{R_s}{r_z});$$



Obr. 59. Generátor z termoelektrických článků; komora s horkými plyny – 1, termočlánky zapojené v sérii – 2, vnější hliníkový obal – 3, tenká slídová izolace – 4, hliníkový chladič – 5, elektrický vývod – 6

odpor R_s se stanoví ze vztahu $\frac{U_i - U_o}{|I_z|}$

což jsou běžné vztahy pro výpočet stabilizačních účinků. Je si třeba uvědomit, že většinou na vstupu stabilizačního členu není pouze stejnosměrné napětí U_i , ale i střídavá složka $U_i(t)$.

Analogicky potom na výstupu je nejen stejnosměrné napětí U_o , ale i střídavá složka $U_o(t)$. Jelikož dioda stabilizuje a zmenšuje poměr ΔU_i : U_i k poměru ΔU_o : U_o , potlačuje ve stejném poměru i střídavé složky. Potom vyhlazovací činitel

$$F = \frac{U_i(t)}{U_o(t)} = \frac{r_z}{R_s}$$

platí-li, že r_z je mnohem větší než R_s . Porovnáme-li tento vztah se vztahem pro vyhlazovací činitel náhradního obvodu (obr. 60b)

$$F = \frac{1}{\omega C R_s},$$

vyplývá z toho, že Zenerova dioda se chová jako kondenzátor s kapacitou

$$C = \frac{10^6}{2\pi f r_z} \quad [\mu F; Hz, \Omega];$$

např.: pro 50 Hz a $r_z = 20 \Omega$ je

$$C = \frac{10^6}{314 \cdot 20} = 160 \mu F,$$

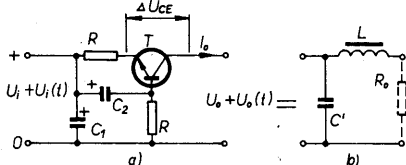
pro 50 Hz a $r_z = 2 \Omega$ (což je též obvyklé) je již $C = 1600 \mu F$, pro 1 Hz a $r_z = 20 \Omega$ je $C = 8000 \mu F$.

Podíváme-li se do deníku, co stojí kondenzátor, jistě se vyplatí Zenerovu diodu použít. Je však nutno upozornit na odlišné vlastnosti vyhlazovacího obvodu se Zenerovou diodou proti prostému vyhlazení kondenzátorem:

- vyhlazovací obvod se Zenerovou diodou, jak plyne ze schématu, je nezávislý na kmitočtu, takže jeho výhodnost se se snižujícím se kmitočtem vůči prostému kondenzátoru výrazně zvětšuje. Pro kmitočty sítě je tato výhodnost již dostatečně výrazná;
- Zenerova dioda přestane pracovat, jakmile se napětí zmenší k nule, což nastane, přivedeme-li na vstup impulsní stejnosměrný proud bez stejnosměrné složky. Jelikož dioda nemá žádnou setrvačnost, její dynamický odpor při náběžných hranách impulsů se prudce zvětší a celý vyhlazovací účinek bude rázem nulový. Z toho plyne, že i při použití Zenerovy diody se neobejdeme bez prvního vyhlazovacího kondenzátoru, připojeného ihned za usměrňovačem, na kterém se

vytvoří potřebná stejnosměrná složka napětí U_i .

Usměrněné napětí lze filtrovat i tranzistorem. V zásadě jde o trochu jiný případ než při filtraci Zenerovou diodou. Probereme si případ, kdy je tranzistor zapojen jako sériový regulační člen, což je obvyklé u mnohých typů tranzistorových stabilizátorů napětí. Takto zapojený tranzistor lze považovat vzhledem k výslednému efektu za indukčnost u vyhlazovacího filtru LC (obr. 61).



Obr. 61. Základní zapojení tranzistoru jako vyhlazovacího členu (a) a náhradní schéma obvodu (b)

Pro stejnosměrný proud má indukčnost malý odpor, pro střídavou složku stejnosměrného proudu velkou impedanci. V zásadě si tento jev můžeme představit tak, že tranzistor se otevírá úměrně napětí na bázi, které je filtrované, takže regulační člen má vlastně jiný odpor pro stejnosměrný proud, jiný pro střídavou složku.

Je-li dynamický odpor r pro střídavý proud určen poměrem

$$r = \frac{\Delta U_{CE}}{\Delta I_o} \quad [\Omega; V, A],$$

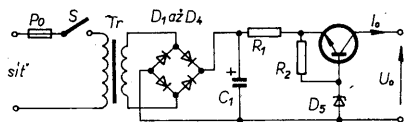
je ekvivalentní indukčnost L:

$$L = \frac{r}{\omega} \quad [H; \Omega, Hz]$$

kde $\omega = 2\pi f$ a f je kmitočet střídavé složky napětí U_i .

V některých extrémních případech vychází náhradní indukčnost přímo neuvěřitelně velká. Např.: v literatuře V. M. Catuneanu: Polovodiče ve sdělovací technice, se uvádí příklad, kdy pro $R_1 = 90 \Omega$, $C_2 = 60 \mu F$, $f = 100 \text{ Hz}$, $U_o = 150 \text{ V}$ při odběru $I_o = 50 \text{ mA}$ a při zvlnění na vstupu $U_i = 8 \text{ V}$ je zvlnění na výstupu pouze $0,04 \text{ V}$ při $U_{CE} = 20 \text{ V}$. Použitý regulační tranzistor měl zesílení $h_{21E} \approx 30$. Ekvivalentní cívka by musela mít indukčnost $L \approx 50 \text{ H}$.

Z uvedeného plyne jednoznačný závěr: Použití Zenerovy diody a regulačního tranzistoru má své oprávnění i tehdy, potřebujeme-li filtrovaný zdroj a nezáleží-li na příliš velké stabilizaci. Typickým případem jsou síťové napáječe pro různé tranzistorové přijímače a zesilovače. V praxi se kombinuje používání Zenerovy diody a tranzistoru, většinou se používá zapojení podle obr. 62,



Obr. 62. Typické zapojení jednoduchého zdroje pro tranzistorový přijímač

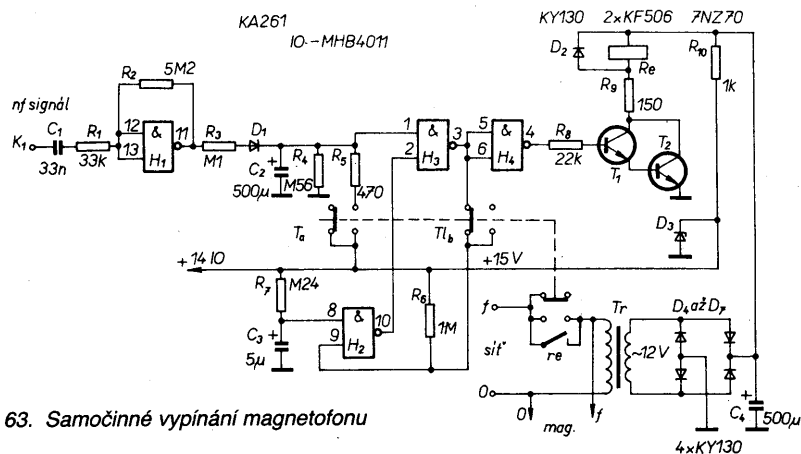
kteří úmyslně uvádím bez hodnot. Výstupní napětí U_o se určuje druhem Zenerovy diody D_5 , maximální odběr je dán dovolenou kolektorovou ztrátou regulačního tranzistoru, vinutím a velikostí transformátoru, také druhem použitých diod D_1 až D_4 . Zvlnění na výstupu se obvykle přibližuje vypočteným údajům.

Zabezpečovací přístroje, indikátory

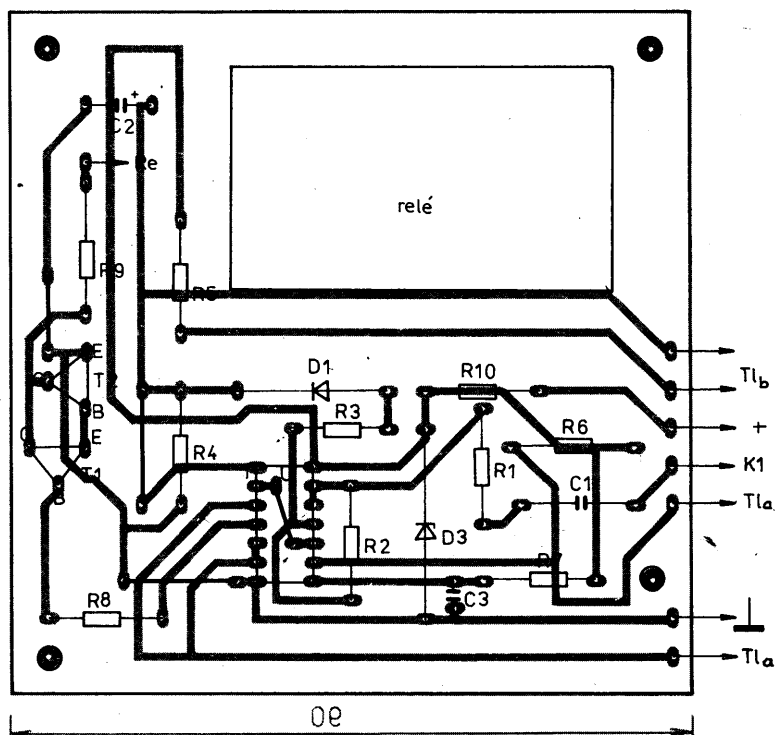
Samočinné vypínání magnetofonu

Předkládané zařízení pracuje jako automatický vypínač, který po skončení přehrávky po určité časové prodlevě, když nenasadíme novou kazetu nebo kotouč, odpojí přístroj od sítě. Zařízení lze stejně dobře použít i pro gramofon nebo samozřejmě také pro kombinaci gramofon a magnetofon. Teoreticky by šlo stejně zařízení použít i pro televizor, zde však je jedna zásadní potíž: Po skončení vysílání se většinou ihned vysílač nevypíná. Zařízení není určeno jen k úspoře elektrického proudu, ale zejména pro zapomnětlivé, kteří nechávají či spíše zapomínají vypnout již nehrající gramofon či magnetofon. Zařízení na stejných nebo podobných principech se nověji začínají objevovat jako součást některých profesionálních zařízení. Čas prodlevy, po které se přístroj vypne, je pevný, nenastavitelný (přibližně 3 až 5 minut). To při obvyklém provozu stačí k výměně desky či magnetofonové kazety.

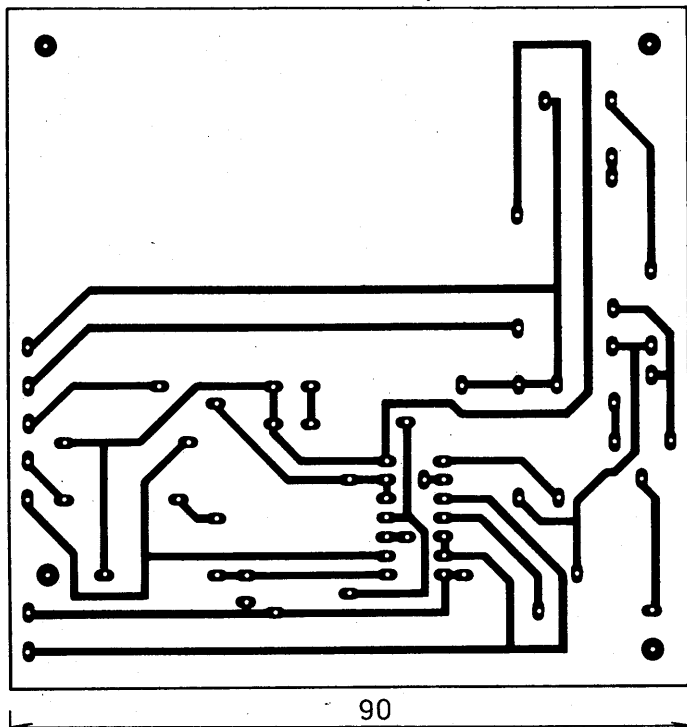
Popis funkce podle schématu na obr. 63: Při stlačení trojitého tlačítka T_1 (typu Isostat) kontakty TI_c přivedeme síťové napětí k zásuvce pro magnetofon. Zároveň přivedeme síťové napětí i na primární vinutí transformátoru Tr a zařízení tím prakticky uvedeme v činnost. Sekundární napětí transformátoru se usměrní usměrňovacím můstkem z diod D_4 až D_7 a na filtračním kondenzátoru C_3 tak bude napětí přibližně $16,5 \text{ V}$. Toto napětí se používá pro spínání relé. Vlastní časovač a integrovaný obvod je napájen do vývodu 14 stabilizovaným napětím $+15 \text{ V}$ ze Zenerovy diody D_3 . Kontakt TI_a tlačítka připojí přes rezistor R_5 napětí na kondenzátor C_2 , který se rychle nabije na úroveň $+15 \text{ V}$. Na vstupu 1 hradla H_3 se změní úroveň napětí na log. 1. Na vstupu 2 stejného hradla je krátce po zapnutí také log. 1, určená stavem hradla H_2 . Z těchto důvodů je na výstupu 3 hradla H_3 úroveň log. 0 a na výstupu invertoru H_4 log. 1. Kladným napětím se otevírají oba tranzistory T_1 a T_2 . Ty pak sepnou relé Re . Sepnutím relé Re se překleneje kontaktem re síťové napětí, které dosud šlo na zásuvku magnetofonu z tlačítka. Nyní, když pustíme tlačítko, je magnetofon připojen k síti trvale. Popiso-



Obr. 63. Samočinné vypínání magnetofonu



Obr. 64. Deska s plošnými spoji zapojení z obr. 63 (deska Z 215)



vaný stav bude trvat tak dlouho, dokud bude na kondenzátoru C_2 kladné napětí. Vybíjecí časová konstanta tohoto kondenzátoru je dána vnitřním svodem a odporem rezistoru R_4 , pohybuje se kolem 3 až 5 minut. Tento velký rozptyl ve vypínací době je dán úrovní napětí na kondenzátoru C_2 , která je v provozu přístroje proměnná. Jakmile se na konektoru K_1 objeví nf napětí, začne se kondenzátor C_2 tímto signálem, který jsme usměrnili diodou D_1 na stejnosměrné napětí, dobíjet. Pokud je tedy magnetofon v činnosti a na K_1 je nf signál, tak je i napětí na C_2 a relé Re zůstává sepnuté. Jakmile nf signál přerušíme na dobu delší než 3 až 5 minut, tak se na vstupu 1 hradla H_3 změní úroveň log. 1 na log. 0. Pak se následně i na výstupu H_4 objeví log. 0, relé Re odpadne a magnetofon nedostává ze sítě žádné napětí.

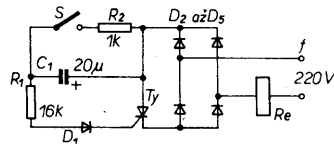
Při ožiování přístroje zejména zkontrolujeme, zda je úroveň nf signálu dostatečná k tomu, aby se C_2 během provozu dostatečně dobíjel. Při nedostatečné úrovni upravíme odpor rezistoru R_1 (případně R_3). Vstup K_1 připojíme na výstup koncového stupně nf zesilovače, nejlépe tam, kam se připojují sluchátka.

K vlastní konstrukci přístroje není třeba mnoho poznamenávat, snad jen to, že ideálním řešením je vestavět jej přímo do magnetofonu nebo gramofonu. Relé Re může být téměř libovolný typ stejnosměrného relé na 12 V, např. LUN 12 V, tranzistory T_1 a T_2 jsou bez chladičů a transformátor Tr (pro 15 V) má převod 220/12 V. Kromě síťového zdroje, který tvoří transformátor, diody D_4 až D_7 a filtrační kondenzátor C_4 , jsou všechny součástky umístěny na desce s plošnými spoji (viz obr. 64).

Spínač se zpožděným vypínáním

Je zcela běžné, že mnohdy potřebujeme, aby světlo zůstalo ještě po vypnutí spínače ještě nějakou dobu svítit – obvykle abychom

mohli opustit místnost, najít klíče a zavřít dveře apod. Prakticky stejnou službu udělá běžný schodišťový automat ve spojení s relé a se spínačem. Naše zapojení je však jednodušší. Princip jeho funkce si popíšeme podle schématu na obr. 65. Jakmile sepneme spí-

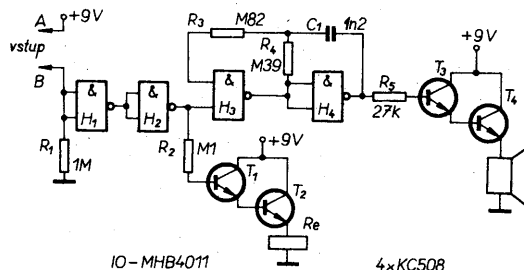


Obr. 65. Spínač se zpožděným vypínáním

nač, nabije se přes rezistor R_1 kondenzátor C_1 na kladné napětí asi 300 V. Proudem přes R_2 do řídicí elektrody tyristoru se tyristor otevře. Diodový usměrňovací můstek se otevřením tyristoru na stejnosměrné straně zkratuje a cívkou Re relé začne protékat proud, takže relé se sepně. Při vypnutí spínače S se kondenzátor C_1 ještě 40 až 45 sekund přes R_1 vybíjí i při odpojení přívodu napětí přes R_2 a po tuto dobu zůstane sepnutý tyristor. Zároveň s tyristorem se pochopitelně spínají a rozpojují kontakty relé.

Místo relé Re může být přirozeně zapojen i jiný spotřebič, tedy např. přímo žárovka 220 V, případně větrák na toaletě. Normy ČSN však nepovažují polovodičové součástky za dostatečné odpojovače a použití tyristoru místo spínače je v podstatě zakázáno. Polovodičová součástka totiž nezaručuje předepsané galvanické oddělení při rozepínání.

Součástky je třeba volit se zřetelem na použité napětí a případný odběr proudu připojeným spotřebičem. Pokud použijeme uspořádání podle schématu s relé, doporučují tyto hodnoty a typy součástek: R_1 je třeba dimenzovat alespoň na 1 W, to znamená např. typ TR 216, lépe TR 217, případně TR 520 nebo TR 521. Rezistor R_2 by měl být alespoň čtyřwattový, tedy TR 522. Kondenzátor C_1 může být elektrolytický na minimální napětí 350 V, např. TE 682. Diody D_1 , KY 130/300 V, D_2 až D_4 4× KY 704. Tyristor Ty je typu KT 504, relé Re např. typu RP 301, RP 92 atp.



10-MHB4011

4×KC508

Obr. 66. Indikátor vlhkosti

Indikátor vlhkosti

Jde o jednoduché zapojení, které má mnohá praktická použití. Malý odběr proudu, řádu mikroampérů, dovoluje vypustit ze zapojení spínač napájení. Vlhkost a její hlídání, to je technicky problém pro úplnou automatizaci domácnosti. Popisovaný přístroj může mít však mnohem prozaičtější použití. Dáme-li na vstupy A a B dva kovové „polepy“, může být přístroj zabalen v plenkách a pak piskáním indikuje nepříjemný stav prostředí, v němž je umístěno dítě. V takovémto případě samozřejmě nepotřebujeme tranzistory T_1 a T_2 , které spínají výstup pro relé. Místo reproduktoru stačí malé telefonní sluchátko.

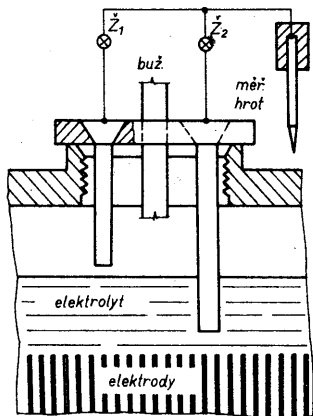
Funkce zařízení podle obr. 66 je následující: vstup hradla je udržován ve stavu log. 0 rezistorem R_4 . Při spojení vstupů A a B vodivostí vlhkého nebo mokrého prostředí se na vstup hradla H_1 dostane úroveň log. 1 z kladného pólu napájecího zdroje. Stejná logická úroveň se tím zároveň vytvoří na výstupu H_2 a tím se obklokuje oscilátor, tvořený hradly H_3 a H_4 . Tranzistory T_3 a T_4 signál oscilátoru pouze zesílí. Na výstupu je třeba použít reproduktorek s velkou impedancí pro tranzistorová rádia nebo pro jednodušší aplikace telefonní sluchátko. Kmitočet oscilátoru je dán kapacitou kondenzátoru C_1 a odporem rezistorů R_3 a R_4 .

Relé Re se spíná přes dvojici tranzistorů v Darlingtonově zapojení (T_1 a T_2) úrovní log. 1 na výstupu H_2 . Tento obvod je na činnosti oscilátoru nezávislý.

Indikátor úrovně hladiny elektrolytu v akumulátoru

Pokud budeme v automobilech používat dnešní běžné, tedy otevřené olověné akumulátory se šroubovacími víčky, budeme při údržbě vozu muset dolévat odpařující se elektrolyt destilovanou vodou. Ten, kdo musí tuto činnost dělat častěji (případně profesionálně), jistě ocení popisovanou pomůcku. O co v podstatě jde?

Když vyšroubojeme víčko, vložíme do akumulátoru nové víčko, které nemá závit. Jeho provedení je na obr. 67. Ve spodní straně víčka směrem do akumulátoru jsou dva kovové kolíky, které mají tvar šroubů nebo nýtů se zapuštěnou hlavou. Jeden kolík je kratší, druhý delší. Ten delší by měl dosáhnout těsně nad olověné elektrody, druhý asi o 10 mm výše. Ideálním materiálem pro víčko je silon nebo jiná plastická hmota (např. textilit). Kolíky musí být v každém případě nerezové, aby po styku s kyselinou neoxidovaly. Ke každému kolíku připojíme jeden vývod žárovky 12 V. Druhé vývody žárovek spojíme a přivedeme na měřicí hrot. Funkce indikátoru spočívá v tom, že žárovky rozsvícením indikují svým svitem výšku hladiny elektrolytu v článku.



Obr. 67. Indikátor úrovně hladiny elektrolytu v akumulátoru

Vše je založeno na principu, že při styku kolíků s elektrolytem při současném připojení měřícího hrotu na vzdálenější konec baterie začne obvodem protékat takový proud, který stačí k rozsvícení žárovky. Pro dvanáctivoltový akumulátor použijeme miniaturní dvanáctivoltovou modelářskou žárovku. Nejmenší napětí dostaneme při kontrole středních článků akumulátoru, ale i šest voltů postačí k tomu, aby se žárovka mírně rozsvítila.

\bar{Z}_1 je žárovka červená, \bar{Z}_2 je žárovka zelená. Je-li elektrolytu málo, tak nesvítí žádná žárovka. Když začneme dolévat destilovanou vodu, ponoří se při zvyšující se hladině do elektrolytu nejprve delší kolík a rozsvítí se zelená žárovka. Správné hladiny elektrolytu je dosaženo tehdy, když začne druhá, červená žárovka poblíkávat. Při pouhé kontrole stavu hladiny elektrolytu v akumulátoru se spokojíme s tím, že svítí jenom zelená žárovka.

Ve víčku je ještě díra pro bužírku o \varnothing 3 mm, která slouží pro dolévání destilované vody. Zásobníkem destilované vody může být i igelitový pytlík nebo tenkostěnná nádoba z plastické hmoty. Destilovanou vodu pak do bužírky a následně do akumulátoru „vhnáme“ pouhým stlačováním nádoby.

Na závěr je třeba jenom upozornit, že víčka akumulátorových baterií mají různé rozměry (podle výrobce). Obvykle však pro osobní vozy má víčko průměr v místě závitů 18 mm a největší průměr na vrchním obvodu 30 mm. Víčka akumulátorů nákladních vozů jsou větší – většinou \varnothing 26 a 35 mm.

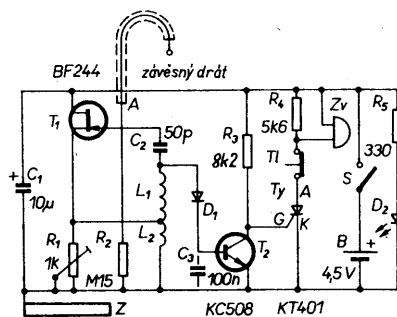
Hlídaní kapaliny v sudu

Při stáčení vína, moštu nebo jiných kapalin do sudů, tanků nebo barelů musíme kontrolovat, aby stáčená kapalina nepřetekla. Popisovaný přístroj, jehož elektrické schéma je na obr. 68, tuto činnost dokáže udělat za nás automaticky.

Nejprve jak přístroj pracuje (obr. 68): Základem je běžný Hartleyův oscilátor v téměř standardním provedení. Aktivním prvkem je tranzistor FET T_1 . Kmitočet je dán indukčností použité cívky L_1 . Při cívce podle popisu je tento kmitočet někde v oblasti mezi 300 až 600 kHz. Na jeho stabilitě příliš nezáleží. Zemnicí deska Z je zvnějšku opřena o sud a celý přístroj je za okraj nádoby zavěšen. Jakmile hladina kapaliny dosáhne dolního konce závěsného drátu, stačí její vodivost k tomu, že oscilátor přestane generovat kmit. Tranzistor T_2 je v době, kdy oscilátor kmitá, otevřen. Otevřený tranzistor zname-

ná, že elektrody G a K tyristoru Ty jsou na záporném potenciálu a tyristor je pro průchod proudu uzavřen. Ve chvíli, kdy se generované kmitů oscilátoru vlivem kapaliny dotýkající se konce závěsného drátu přeruší, dostane se na řídicí elektrodu G tyristoru Ty přes rezistor R_4 kladné napětí a tyristor se otevře. Zvonek se přes tyristor spojí se „záporným“ pólem napájecího zdroje B a ozve se zvukový signál. Jako zvonek Zv můžeme použít i jakýkoli bzučák nebo i signalizační žárovku. Tlačítkem TI lze činnost zvonku nebo jiného zvukového indikátoru nastavit. Prohlédneme-li si dobře schéma a zamyslíme-li se nad činností přístroje, tak zjistíme, že tlačítko je spíše nutné proto, že tyristor Ty se sepne okamžitě při zapnutí přístroje, ještě dříve, než oscilátor nasadí ke kmitání.

C_1 je pouze filtrační kondenzátor. Odporový trimr slouží k nastavení optimálního pracovního bodu oscilátoru. Kondenzátor C_3 patrně vůbec nepoužijeme: zapojíme ho jen tehdy, nezůstává-li tyristor plně uzavřen v době, kdy oscilátor generuje kmit. D_2 je jakýkoli typ běžné svítivé diody, dioda slouží jako indikátor zapnutí přístroje.



Obr. 68. Hlídaní kapaliny v sudu

Přístroj se zavěšuje za okraj nádoby pomocí ohnutého drátu. Doporučíme pocínovaný měděný vodič tloušťky nebo lépe průměru 2 mm, přes který v nefunkčních částech ohybu natáhneme bužírku. Na konci drátu je připájena kovová kulička. Výšku hladiny určuje délka ponořené části drátu uvnitř nádoby. Zemní část Z je pouze polep na vnější straně přístroje, který se opírá při zavěšení přístroje o nádobu. Přístroj pracuje i tehdy, když není nádoba vlhká. Samozřejmě, že v případě dřevěných vinných sudů ve sklepě je funkce stoprocentní. Jako cívky L_1 a L_2 je nejlépe použít mezifrekvenční transformátory z běžného superhetového přijímače s modulací AM. Ten, kdo nemá možnost je získat z nějakého starého elektronového nebo tranzistorového rádia, může si cívky navinout sám. Použijeme stejné tělísko, jaké se používá pro rádiové mezifrekvence, tedy např. o \varnothing 5 mm s vnitřním feritovým šroubovacím jádrem M4. L_1 má asi 130, L_2 30 závitů v lankem nebo vodičem CuL o průměru

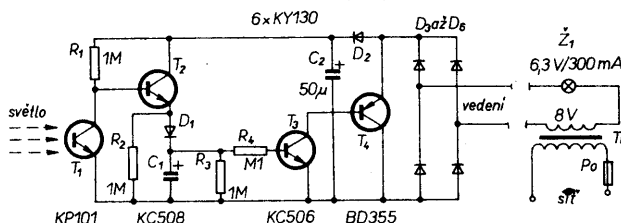
0,1 mm. Závitů by měly být navinuty křížově („divoce“) a obě cívky by měly být vinuty tak, aby L_2 měla L_1 pouze jako odbočku.

Světelné zabezpečovací zařízení

Použijeme je všude tam, kde potřebujeme indikovat přítomnost člověka, zvířete nebo nežádoucího předmětu. Podobné zařízení se používá např. u automaticky pracujících výtahů. Paprsek světla hlídá, zda se ve dveřním prostoru nenachází člověk nebo nějaký předmět, který zabránil zavření dveří.

Schéma zařízení je na obr. 69, je nakresleno úmyslně tak, že je rozděleno na dvě části, které jsou mezi sebou propojeny vedením. Signalizace a napájecí transformátor tvoří jednu část, světlocitlivý fototranzistor a jednoduchá elektronická jednotka je druhou částí. Transformátor Tr je běžný zvukový nebo jakýkoli jiný transformátor malého výkonu s primárním vinutím pro 220 V a sekundárním napětím v rozsahu 6 až 12 V. V tomto rozmezí napájecího napětí pracuje zařízení bez problémů. Napájíme je z běžné sítě 220 V, nutná je malá trubičková pojistka Po v primárním vinutí pro proud 100 mA jako ochrana proti zkratu. Na sekundární straně je připojena signalizační žárovka \bar{Z}_1 na napětí 6,3 V a proud 300 mA, která se často používá v některých typech malých bateriových svítilen. Tato žárovka signalizuje blikáním přerušování světelného paprsku dopadajícího na fototranzistor T_1 . Mezi částí s transformátorem a signalizací a elektronickou jednotkou může být relativně dlouhé vedení (až řádu stovek metrů).

Činnost elektronické jednotky je principiálně jednoduchá a neobvyklá i zajímavá. Představme si nejprve výchozí situaci, tedy stav, když fototranzistor není osvětlen. Pak se vzhledem k svému příčnému proudu jeví jako by vůbec nebyl připojen (lze si jej představit jako impedanci kolem 10 M Ω). Střídavé napětí z transformátoru je přes diodu D_3 až D_6 usměrňováno a na filtračním kondenzátoru C_2 dostaneme stejnosměrné napětí přibližně +11,5 V. Při zapnutí zařízení je toto napětí zároveň i na kolektoru T_2 . Tranzistor T_2 má v bázi zapojen rezistor R_1 , který jej mírně přotevřívá, takže kondenzátor C_1 , zapojený v jeho emitoru, se nabíjí s časovou konstantou $\tau = R_1 C_1 h_{21E}$, kde h_{21E} je zesilovací číselník tranzistoru T_2 . Jakmile se na C_1 napětí zvětší na velikost větší než 0,5 až 0,7 V, začne se přes R_4 otevírat tranzistor T_3 . Ten pak otevírá v kaskádě zapojený tranzistor T_4 . Otevřením T_4 se zkratuje přes diody D_3 až D_6 střídavé napětí, což se projeví tak, že se signalizační žárovka \bar{Z}_1 rozsvítí. Kondenzátor C_2 se již nenabíjí, ale protože je v zapojení oddělovací dioda D_2 , tak až do jeho vybití a konečného vybití kondenzátoru C_1 (který se vybíjí s časovou konstantou $C_1 R_4$ přes přechod báze emitoru T_3) zůstává tranzistor T_4 otevřený. S jeho



Obr. 69. Světelné zabezpečovací zařízení

dobou otevření samozřejmě souvisí doba svícení žárovky Z_1 . Jakmile se C_1 vybije pod úroveň napětí asi 0,5 až 0,7 V, uzavřou se oba tranzistory T_3 a T_4 , žárovka Z_1 zhasne a na C_2 se opět zvětší kladné napětí na úroveň 11,5 V. Děj se začne periodicky opakovat, dokud je světelný paprsek, dopadající na fototranzistor T_1 přerušen. Jak plyne z předchozího textu, kmitočet záblesků žárovky Z_1 můžeme ovlivnit změnou hodnot součástek, určujících časové konstanty. První časová konstanta určuje dobu, po kterou je žárovka při režimu „blikání“ zhasnuta a ovlivňuje ji tedy kapacita kondenzátoru C_1 a odpor rezistoru R_1 . Velký vliv má samozřejmě i zesílení tranzistoru T_2 . Doba svícení žárovky určuje přímo úměrně kapacita kondenzátoru C_1 a odpor rezistoru R_4 .

Jakmile je fototranzistor T_1 osvětlen, začne jím protékat proud (přes rezistor R_1). Ten stačí zablokovat činnost tranzistoru T_2 tak, že se kondenzátor C_1 již nenabíjí a žárovka Z_1 zůstane zhasnutá. Na C_1 se ustálí napětí na velikosti 0,5 až 0,7 V, na C_2 je plné napětí +11,5 V.

Fototranzistor, který tvoří elektronické čidlo, doporučuji vložit na dno asi 2 cm dlouhé trubičky. Optikou běžné kapesní svítilny, která se skládá z malé žárovky a jednoduché vysouvací „paraboly“ lze svítit až ze vzdálenosti asi 2 m. Místo běžné wolframové žárovky lze použít i svítivou diodu, jejíž světelné spektrum zasahuje (nebo je soustředěno) do infraoblasti. Pro větší vzdálenosti je nutno použít laser. Pro zajímavost lze snad uvést, že západoněmecké obchodní domy pro tyto účely nabízejí laserové „svítilny“ s malým výkonem v ceně už kolem 300 DM (katalog 1990).

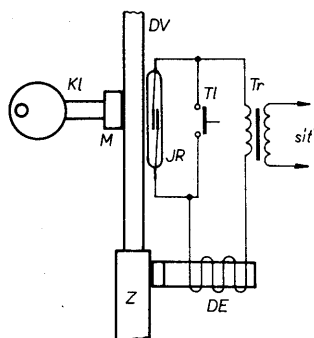
Odběr proudu v době, kdy na fototranzistor dopadá světlo a signalizační žárovka neblíká, je zanedbatelný – menší než 1 mA. Všechny součástky lze umístit na desku s plošnými spoji o rozměrech asi 20 × 50 mm (která se vejde prakticky do krabičky od sirek). Pokud potřebujeme kromě světelné signalizace ještě signalizaci zvukovou, připojíme paralelně k žárovce Z_1 relé. Funkce zařízení se tím nemění, protože odpor vinutí relé vůči odporu žárovky je ve většině případů zanedbatelný. Kontakty relé pak mohou spínat libovolná zvuková signalizační zařízení, generátor, zvonek, houkačku atd.

Jednoduché bezpečnostní otevření dveří

Jak je v nynější době obvyklé, používají se elektrická zařízení stále častěji. Neustále např. přibývají zájemci o použití dveřního elektrického zámku. Zevnitř v bytě je u zámku klika, ze vstupní strany je nutno otevřít buď klíčem nebo musíte zazvonit a někdo uvnitř uvolní elektrický zámek tlačítkem. Někdy, když dveře hledá vrátý, je běžné, že tlačítko vybavuje pouze on a klika není ani z vnitřní strany, takže je úplná kontrola o pohybu osob oběma směry. Elektrický zámek je v podstatě doplňkem běžného zámku a chrání tak příslušný objekt před nepříjemnými návštěvami: nutí cizího návštěvníka svůj vstup někomu ohlásit. Rozhodně však nemůžeme elektrický zámek chápat jako zabezpečení proti vloupání. V noci nebo po

odchodu se elektrický zámek vypíná a dveře se pak zabezpečí běžným zamknutím.

Jak víme, elektrické zámky jsou dnes běžnou výbavou domovních dveří činžovních domů. Čím dále tím více se používají i u rodinných domků, zejména u zahradních dvířek apod. V podnicích a úřadech jsou stále prostory, kam mají ostatní nepovolání zaměstnanci omezený vstup a rozhodně tam nesmějí vstupovat sami nepozváni. Existuje však určitý okruh osob, kterým není z nějakého důvodu svěřen klíč, ale zároveň je vhodné, aby v době, kdy jsou dveře zamčeny pouze zaklapnutím, mohly bez kontroly procházet. U běžného činžovního domu jsou to třeba malé děti. Popisovaný doplněk elektrického zámku nabízí zhotovení jednoduchých „klíčů“, kterými lze ovládat elektrický zámek zvenku, aniž bychom použili mechanický klíč.

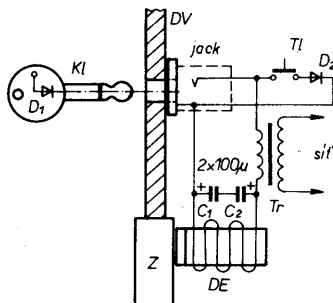


Obr. 70. Jednoduché bezpečnostní otevření dveří

První, jednodušší způsob je na obr. 70. Dveře DV jsou opatřeny zámkem Z, který má elektrické ovládání dveřním elektromagnetem DE. Ten je napájen z transformátoru Tr a zevnitř místnosti se vybavuje tlačítkem Tl. To je běžná sestava zámku. Vnější „kódované“ otevření spočívá v tom, že na vhodné místo na dveřích nebo v jejich blízkosti je umístěn jazýček z jazýčkového relé JR, který je paralelně připojen k vnitřnímu ovládacímu tlačítku Tl. „Kód“ spočívá jednak ve volbě umístění JR a jednak v tom, že jazýček můžeme sepnout jen přiložením magnetu.

Vhodný „klíč“ lze zhotovit např. z razítka, u něhož do spodní, razítkovací části vyvrtáme díru, do níž vlepíme např. epoxidovým lepidlem tabletový permanentní magnet. Místo na dveřích označíme nějakou nenápadnou značkou např. na jmenovce. Jazýček relé je možno vložit také do zámku, aniž by ten ztratil svou běžnou funkci. Je třeba upozornit na to, že dveře (alespoň v místě, kde přikládáme magnet) nemohou být z plechu nebo jiného magnetického materiálu.

Druhý způsob (podle schématu na obr. 71) využívá zajímavého elektrického triku,



Obr. 71. Bezpečnostní otevření dveří, jiná verze

který by bylo možné použít i mnohde jinde. Uspořádání základních prvků je stejné jako v předchozím případě. Dveře DV s elektrickým zámkem Z se otevírají dveřním elektromagnetem DE s napájecím transformátorem Tr. Obvod se spíná tlačítkem Tl uvnitř místnosti. Do dveří je navíc vsazena objímka konektoru jack, který se běžně používá např. pro připojení sluchátek. Vstup tohoto konektoru je připojen paralelně k vybavovacímu tlačítku Tl, kterým se spíná dveřní elektromagnet. Přes vinutí elektromagnetu jsou připojeny dva v sérii řazené elektrolytické kondenzátory C_1 a C_2 (nebo jeden bipolárně elektrolytický kondenzátor asi 50 μ F). Tyto kondenzátory představují pro střídavý proud malou impedanci. Jelikož jsou k vinutí připojeny jako bočník, projde po přivedení střídavého napětí většina proudu přes kondenzátory a elektromagnet nesepe. Dáme-li však s vybavovacím tlačítkem do série diodu, bude obvodem procházet stejnosměrný proud. Jeden z kondenzátorů se sice nabije na plné napětí, ale značná část proudu projde elektromagnetem, takže dveře se otevřou.

Klíč Kl je třeba zhotovit ze zástrčky konektoru jack, která má uvnitř „propojku“ tvořenou diodou D_1 . Dveře se tedy neotevrou, když do objímky konektoru „vrazíme“ třeba hřebík, který způsobí průchod pouze střídavého proudu. Pro diody D_1 a D_2 vyhoví každá usměrňovací dioda, jejíž povolený proud je větší než proud, procházející elektromagnetem. Pro běžné, u nás používané typy zámků TESLA Stropkov, doporučuji diody typu KY721.

„Minohledačka“

Jak již naznačuje název, je tento přístroj určen k hledání min a nevybuchlé munice. Klasické použití má tedy zejména v armádě a patří k nutné výbavě minéra či zbrojře. Rozvoj součástek moderní elektroniky dovozuje zhotovit takový přístroj velice jednoduše a navíc z přístupných součástek. Popisovaný přístroj se pak hodí v mnoha různých případech. Lze s ním hledat ztracené kovové předměty, tj. náušnice, prstýnky i drobné mince v písku na pláži, potřebují jej amatérští archeologové i prospektoři. Při sekání do zdi je vhodným pomocníkem, který umožní se přesvědčit, není-li v místě, v němž budeme sekát, náhodou elektrické vedení nebo vodovodní roura. Dokonce není od věci, když tímto či podobným přístrojem prohlédneme kládu, kmen nebo fošnu, dříve než ji začneme rozřezávat na pile. „Zarostlá“ kramle, hřebík, kulka nebo i brok ve dřevě dovedou dřevařský stroj rádně pošramotit.

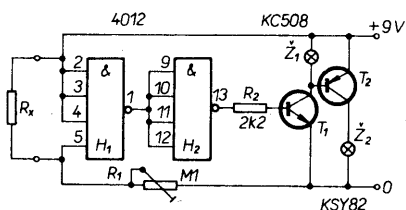
Princip funkce popisovaného přístroje je dnes již téměř klasický. Základem jsou dva generátory, které kmitají na přibližně stejném kmitočtu. Kmitočet jednoho generátoru je určen indukčností velké (hledací) cívky. Jakmile se do prostoru a její blízkosti dostane kovový předmět, mění se mírně její indukčnost a tím i kmitočet generátoru. Druhý generátor je laditelný a ladíme jej při uvádění do provozu na tzv. nulový záznam. To znamená na stejný kmitočet, jaký má generátor s cívkou. Při kovovém předmětu v okolí L se mění kmitočet generátoru, pak signál rozdílového kmitočtu posloucháme ve sluchátkách a ze změny tónu usuzujeme na přítomnost kovového předmětu v blízkosti cívky. Přibližováním cívky k inkriminovanému místu lze na základě největší změny tónu ve

sledkem čehož začne blikat žárovka Ž. Kmitočet impulsů lze zároveň nastavit potenciometrem R_1 . Rozsah měřených indukčností je asi 200 μH až 2 H. Stupnici potenciometru R_1 lze v uvedeném rozsahu i ocejchovat. Jestliže se výstupní svorky rozpojí, tak žárovka Ž zhasne.

Místo žárovky lze samozřejmě použít i svítivou diodu se sériovým rezistorem od 60 do 100 Ω . Přesnost měření je samozřejmě ovlivněna i napájecím napětím, takže při požadavcích na větší přesnost by bylo nutné napájecí napětí stabilizovat.

Jednoduchá indikace odporu

Činný odpor (rezistorů, vinutí cívek transformátorů apod.) lze měřit různými způsoby. Popisovaná metoda je svou jednoduchostí unikátní. Schéma zapojení indikátoru na obr. 76 ji dostatečně specifikuje. Kromě použití



Obr. 76. Jednoduchá indikace odporu

jako jednoduchá sonda uplatní se indikátor v jednoduchých automaticky pracujících zařízeních, u nichž se sledují fyzikální vlastnosti látek, kapalin apod. v závislosti na změně jejich odporu. Indikátorem je možné vyhodnocovat činný odpor, je-li větší nebo menší než požadovaná úroveň nebo měřit absolutní hodnotu odporu v ohmech. Indikátorem lze určovat odpory v rozmezí 100 Ω až 10 M Ω . Měřený objekt, R_x , je zatěžován proudem řádu μA .

Jde o poměrové měření, u něhož se R_x porovnává s normálovým, v našem případě nastavitelným rezistorem R_1 . R_1 může být samozřejmě podle účelu jak pevný, tak proměnný rezistor opatřený stupnicí. Vyhodnocovacím prvkem je hradlo CMOS H_1 , druhé hradlo H_2 je zapojeno jako invertor. Použit lze samozřejmě i dvouvstupová hradla, pak v integrovaném obvodu zůstanou dvě hradla volná.

Při připojení měřeného rezistoru R_x na vstupní svorky se napájecí napětí rozdělí v poměru $R_x : R_1$. Když se na vývodu 5 hradla H_1 zvětší napětí na úroveň log. 1, je na výstupu log. 0 a na výstupu H_2 log. 1. Žárovka Ž₁ se rozsvítí a žárovka Ž₂, která dříve svítila, zhasne. Samozřejmě, že neplatí rov-

nost $R_x = R_1$. Odpor R_x se musí na velikost R_1 přecejchovat. Odpor R_x musí být vždy menší než odpor trimru R_1 . Přepnutí žárovek Ž₁ a Ž₂ pak indikuje sledovanou úroveň velikosti odporu. Trvalý svit jedné žárovky ukazuje na to, zda je měřený odpor menší nebo větší než odpor trimru R_1 . Při automatickém vyhodnocování udává totéž úroveň logického signálu na výstupu H_2 . Stejně jako u prvního indikátoru je i v tomto případě přesnost závislá na stabilitě napájecího napětí.

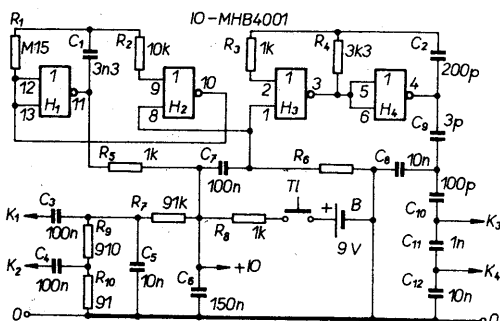
Signální generátor jako sonda

Pro opravy a sladování rozhlasových přijímačů, opravy zesilovačů, nízkofrekvenčních částí televizorů apod. se ke sledování průchodu signálu zařízením od vstupu až po výstup používají signální generátory. V dílně by měl být samozřejmě pořádný přístroj s potřebným rozsahem a měnitelnou úrovní signálu. Lehká přenosná sonda je však nutná do „terénu“, když se opravuje v bytech zákazníků, na montážích apod. Přenosná sonda se hodí jak profesionálové, který ji má v montážní brašně, ale i běžnému amatérovi, který tovární přesný generátor obvykle nevlastní. Právě pro všeobecnost použití jsou jednoúčelové sondy v poslední době tak populární.

Základem zapojení podle obr. 77 je jediný integrovaný obvod CMOS typu 4001, což jsou čtyři dvouvstupová hradla NOR. Všechna čtyři hradla jsou zapojena jako dva stejné generátory, které se vzájemně liší kmitočtem. Jeden, tvořený hradly H_1 a H_2 , kmitá na zvukovém kmitočtu asi 1 kHz, druhý, řekněme vysokofrekvenční, má základní kmitočet 470 kHz. Zároveň je vysokofrekvenční generátor zvukovým kmitočtem modulován s hloubkou modulace asi 30 %.

Sonda má čtyři výstupy se společnou zemní svorkou. Nízkofrekvenční signál 1 kHz je na svorkách K_1 a K_2 . K_1 má napěťovou úroveň signálu 20 mV, K_2 jen 1 mV (samozřejmě vztaheno vůči zemní svorce). Na vývodech K_3 a K_4 je signál o kmitočtu 470 kHz s úrovní 200 mV.

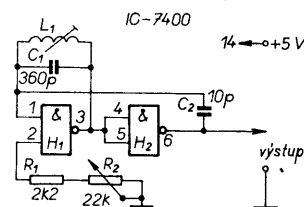
V praktickém provedení má sonda pouze dva vývody. Zemnicí drát s krokosvorkou, který spojujeme s kroužkem prověřovaného zařízení, a aktivní hrot. Ten pak podle momentální potřeby přendáváme nebo šroubujeme podle potřeby do vývodů K_1 až K_4 . Přístroj napájíme jedinou devítivoltovou baterií (odběr proudu je asi 3,5 mA), kterou připojujeme tlačítkem na sondě jen podle momentální potřeby.



Obr. 77. Signální generátor jako sonda ($R_6 = 910 \text{ k}\Omega$)

Generátor LC z logických obvodů

Na obr. 78 je generátor LC ze dvou TTL hradel NAND, který má nesporně technicky zajímavé a neotřelé zapojení. Na rozdíl od běžného generátoru s členy RC je uvedeného zapojení stabilnější, zejména podstatně méně závislé na stabilitě napájecího napětí. To zejména oceníme u přenosných přístrojů napájených z baterie, v nichž stabilizace napájecího napětí bývá velkou energetickou ztrátou.



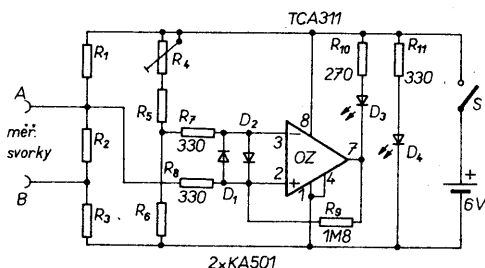
Obr. 78. Generátor LC z obvodů TTL

Logické hradlo H_1 (spojený vstup 1 s výstupem 3 přes laděný obvod LC z členů L_1, C_1) pracuje v lineárním režimu. Rezonanční paralelní obvod svým rezonančním kmitočtem určuje výstupní kmitočet generovaných kmitů. Kondenzátor C_2 z celkového výstupu na vstup 1 hradla H_1 představuje kladnou zpětnou vazbu. Na velikosti této zpětné vazby závisí i tvar výstupního napětí. Je-li kapacita kondenzátoru C_2 malá, je vazba volná a výstupní napětí sinusové. Zvětšením kapacity kondenzátoru dostaneme výstupní napětí pravoúhlého průběhu. Stejněho výsledku, tedy změny velikosti výstupního napětí prakticky až přes saturaci (a tím „ořezání“ výstupního napětí na úroveň log. 1 a log. 0) lze dosáhnout změnou emitorového proudu do vstupního tranzistoru hradla H_1 . Regulačním prvkem pro toto řízení je rezistor R_2 . Pokud tuto regulaci nebudeme používat, postačí mezi sebou spojit vstupy 1 a 2 hradla H_1 .

Uvedené hodnoty součástí platí prakticky pro horní mezní možný kmitočet 4400 Hz. Cívka je L_1 (pro orientaci), je na šroubovém otevřeném feritovém jádru a má 22 závitů drátem o $\varnothing 0,4 \text{ mm}$ CuL. Přesně lze obvod LC nastavit např. na Q-metru.

Úrovnňový vyhodnocovač odporu

Obvykle při zjišťování přerušného obvodu nebo při proměřování kabelů vystačíme s baterií a žárovkou nebo s bzučákem či zvonkem. Jindy prostě použijeme ohmmetr. Popisovaný přístroj (obr. 79) dovede určit zkrat a zároveň lze na něm nastavit určitý odpor, při kterém se obvod už jeví jako dobrý. Výhodou zařízení je jeho mobilnost, malé rozměry, velká odolnost proti poškození cizím napětím na vstupu a schopnost



Obr. 79. Úrovnňový vyhodnocovač odporu

přesně nastavit vyhodnocované hranice i při relativně malých odporech měřených objektů. Měří se s malým vlastním napětím na hrotech a tedy i s malým proudovým zatížením měřeného objektu. Přístrojem můžeme zkoumat prakticky všechny druhy součástek, u nichž je třeba kontrolovat na vnějších vývodech odpor, tedy kabely, vinutí transformátorů či točivých strojů, spojky a propoje, hledat zkratky. Přístroj lze použít i jako hladinový, kdy kontrolujeme odpor mezi elektrodami. Přístroj tak, jak je navržen, pracuje tak, že kontrolní svítivá dioda D_3 se rozsvítí tehdy, je-li mezi svorkami A, B připojena součástka s odporem menším, než je proměnným odporem R_4 nastavená úroveň.

Základem zapojení je vstupní člen tvořený rezistory R_1 až R_6 , které jsou zapojeny jako vyvážený Wheatstoneův můstek. K napájení můstku se používá plné napětí baterie +6 V, indikátorem není galvanometr, ale operační zesilovač OZ, zapojený v úhlopříčce můstku. Můstek vyvažujeme proměnným odporem R_4 (potenciometr nebo trimr) a rozvažujeme připojením součástky neznámého odporu ke vstupním svorkám, tedy paralelně k rezistoru R_2 . Operační zesilovač nemá zápornou zpětnou vazbu a pracuje tedy s plným zesílením, což znamená, že již velice malé rozdíly napětí na vstupech 2, 3 znamenají okamžité překlopení výstupu 7 (na plnou velikost kladného nebo záporného napětí).

Před měřením vyvážíme můstek tak, aby na výstupu 7 bylo plné kladné napětí a změnou na svorkách A, B dosáhneme překlopení na plné záporné napětí – dioda D_3 se rozsvítí. Dioda D_4 indikuje pouze zapnutí přístroje, rezistor R_9 zapojíme jen tehdy, když požadujeme, aby zařízení mělo jistou hysterzi. Ta se projevuje tím, že k zpětnému překlopení je třeba větší změny odporu na vstupu. Důvodné je to tehdy, sledujeme-li trvale odporovou veličinu, která může mírně kolísat kolem mezní hodnoty. Hysterzi pak zamezíme problikáváním indikační diody D_3 .

Operační zesilovač je do můstku připojen svými vstupy přes dva oddělovací rezistory R_7 a R_8 . Antiparalelně zapojené diody D_1 a D_2 ochraňují vstupy zesilovače před případným napětovým přetížením. Jinak na základní funkci přístroje nemají žádný vliv.

Pro vyvážený můstek platí tento základní vztah:

$$R_1 R_6 = (R_2 + R_3)(R_4 + R_5).$$

Pokud použijeme konkrétní odpory rezistorů: $R_1 = 820 \Omega$, $R_2 = 10 \Omega$, $R_3 = 220 \Omega$, $R_4 = 10 \text{ k}\Omega$, $R_5 = 15 \text{ k}\Omega$, $R_6 = 5,6 \text{ k}\Omega$, lze indikovat změny odporu na vstupu od 0,5 do 10 Ω . Vzhledem k velkému vstupnímu odporu použitého operačního zesilovače je možné samozřejmě uvedené odpory i několiknásobně zvětšit bez újmy na funkci přístroje. Funkci přístroje lze i obrátit a vyhodnocovat rozsvícením D_3 i překročení zvolené velikosti odporu, například tak, že R_2 zařadíme do série s R_1 .

Obě svítivé diody mohou být libovolného typu. Libovolný může být i typ operačního zesilovače. Uvedený TCA311 je volen jen pro svoji schopnost pracovat při malém napájecím napětí. Použijeme-li např. některý z typů MAA... TESLA, bude třeba odpovídajícím způsobem zvětšit napájecí napětí.

Logická sonda bez vlastního napájení

V obrovském množství nejrůznějších jednoduších sond a testerů se vyskytují někdy skutečně originální konstrukce. Popi-

sovaná sonda kus určitého konstruktérského vtipu nesporně má. Samozřejmě, že existují sondy kontrolující úroveň výstupních a vstupních signálů na integrovaných logických obvodech, které nemají vlastní napájecí zdroj. Zde bývá obvyklé, že taková sonda se napájí ze zdroje, z něhož se napájí i kontrolované obvody.

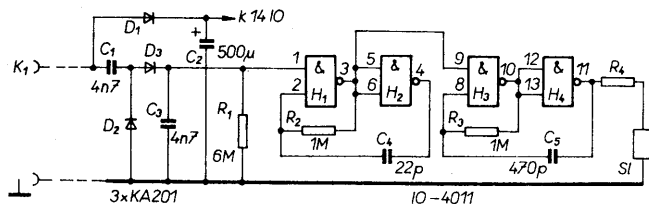
Popisované zařízení není, samozřejmě žádné „perpetuum mobile“, ke své činnosti potřebuje jen minimum energie, kterou si odebere z kontrolovaného místa. Konec konců když měříme ručkovým měřicím přístrojem napětí, tak v něm není žádná baterie – nicméně u elektronického přístroje je to rarita.

Co lze sondou zjišťovat? Hodí se pro kontrolu sítí, obvodů a zařízení, která obsahují logické integrované obvody jak TTL, tak CMOS aj. Indikuje přítomnost stejnosměrné úrovně napětí +3 až +15 V jako log. 1 a impulsy, které mají vrcholové napětí 3 V jako logický stav bez rozlišení jejich kmitočtu.

Sonda má jediný aktivní prvek, kterým je integrovaný obvod CMOS 4011, což je, jak známo, obvod obsahující čtyři dvoustupňová hradla NAND. Vždy dvě a dvě hradla jsou zapojena jako generátory zvukového kmitočtu. Oba generátory jsou z hlediska zapojení prakticky totožné. První generátor, konstruovaný s hradly H_3 a H_4 kmitá na kmitočtu 1 až 2 kHz. Velký možný rozptyl kmitočtu je dán tím, že kmitočet závisí na napájecím napětí, které může mít značné rozdíly. Druhý generátor kmitá na kmitočtu o několik stovek hertzů nižším. Kmitočet obou generátorů je určen časovou konstantou článků RC, zapojených v kladné zpětné vazbě.

Činnost si popíšeme podle schématu zapojení na obr. 80. Sonda má dva vývody. Zemnicí, který spojíme s nulou napájecího napětí nebo s kostrou přístroje, v němž sledujeme logické úrovně napětí. Druhým vývodem je kontrolní hrot, označený na schématu jako svorka K_1 . Dotkneme-li se kontrolním hrotem místa, v němž je úroveň log. 0, tak podle hesla „kde nic není, ani smrt nebere“ sonda nebude reagovat vůbec. Dotkneme-li se místa, v němž je elektrické napětí alespoň +3 V, dostane se v sondě toto napětí přes diodu D_1 na C_2 a tím i na napájecí přívod 14 integrovaného obvodu. To stačí k tomu, aby první generátor (s hradly H_3 a H_4) začal kmitat a ve sluchátkách $S1$ se ozve tón. Druhý generátor je vlivem nulové napěťové úrovně na vstupu 1 hradla H_1 zablokovaný.

V případě, že se měřicím hrotem K_1 dotkneme místa, v němž jsou impulsy nebo jakékoli střídavé napětí, projde tento signál vazebním kondenzátorem C_1 na usměrňovací diody D_2 a D_3 a tím se vytvoří stejnosměrné napětí na vstupu 1 hradla H_1 . Pak začne kmitat zároveň s prvním generátorem i druhý generátor. Protože signálem druhého generátoru se moduluje signál prvního generátoru, dostaneme na výstupu signál, jehož kmitočet je rozdíl kmitočtů generátorů.



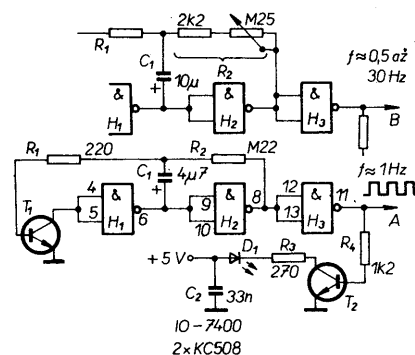
Obr. 80. Logická sonda bez vlastního napájení ($R_4 = 10 \text{ k}\Omega$)

Protože kmitočet signálů generátorů se mění s napájecím napětím u obou generátorů stejně, je rozdílový kmitočet i při rozdílných úrovních poměrně stálý.

Co říci závěrem? V podstatě je třeba upozornit na Achillovu patu celé konstrukce. Jasně je, že ideální je takový měřicí přístroj, který v měřeném místě nebude zkoumaný integrovaný obvod vůbec zatěžovat. U popisované sondy má největší spotřebu proudu sluchátko $S1$. Použijeme-li běžné krystalové sluchátko a volíme-li omezovací rezistor R_4 o odporu asi 10 $\text{k}\Omega$, bude jím téci proud asi 0,5 mA. Místo sluchátka bychom však s výhodou mohli použít zvukový budič z rozbitých digitálních hodinek, který může být stejně jako sluchátko umístěn přímo v sondě, protože předpokládáme, že při používání je sonda neustále poměrně blízko hlavy a tedy i ucha. Při použití hodinkového budiče zvukového signálu se odběr proudu zmenší pod 0,1 mA a odpor rezistoru R_4 můžeme i mírně zvětšit.

Aktivní sonda pro obvody TTL

Zejména při oživování přístrojů a opravách se používá celá řada nejrůznějších pomůcek. Jsou nezbytné proto, že orientace v zařízení s klasickými měřicími přístroji typu ampérmetr, voltmetr je velmi obtížná. Popisovaná aktivní sonda podle obr. 81 je generátorem impulsů se střídou 1:1, výstupními úrovněmi log. 0 a log. 1, které se střídají s velmi malou četností, asi 1 Hz. Použití sondy je zřejmé. Je to zejména při kontrole obvodů, které obsahují klopné obvody R-S, čítače, komparátory apod. Všechny, které je vhodné prověřovat dynamicky v činnosti překlápění, čítání apod. Aktivní sonda s takovým kmitočtem výstupních impulsů je něco jako signální generátor při opravě rozhlasového přijímače. Impulsy se přivádějí na vstupy zařízení a sleduje se jejich průchod jednotlivými dalšími obvody. Kmitočet impulsů je tak nízký proto, abychom je mohli indikovat prakticky každým zařízením, indikujícím logické úrovně.



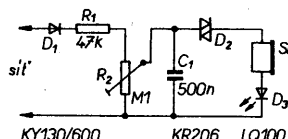
Obr. 81. Aktivní sonda pro číslicovou techniku

Činnost aktivní sondy podle schématu na obr. 81 je triviální. Základem je astabilní multivibrátor s hradly H_1 a H_2 s tranzistorem T_1 . Kmitočtet určuje časová konstanta článku $C_1 R_2$. Tranzistor T_1 je použit jen jako indukční oddělovací člen, protože hradla TTL mají poměrně malou vstupní impedanci a impulsy tak nízkých kmitočtů bychom získávali jen velmi nesnadno. Hradlo H_3 je zapojeno jako invertor a oddělovací člen. Sonda má indikaci svítivou diodou D_1 , která nejen že indikuje činnost sondy (tedy její zapnutí), ale zároveň se rozsvěcí a zhasíná v rytmu generovaných impulsů. Abychom zbytečně nezmenšovali již tak dost malou výstupní impedanci zařízení, spíná se dioda D_1 přes oddělovací tranzistor T_2 . Na schématu je ještě kreslena další varianta zapojení (B), u níž je možno měnit kmitočtet generovaných kmitů v rozsahu asi 0,5 až 30 Hz.

Sonda může mít vlastní napájení +5 V nebo může být napájena (jak je ostatně obvyklé u těchto zařízení) ze zdroje kontrolovaných obvodů. Napájení není ve schématu kresleno, napájecí napětí je přivedeno na vývod 14 integrovaného obvodu IO 7400.

Elektronická zkoušečka přítomnosti síťového napětí

Uvedené zapojení představuje v podstatě fázovou zkoušečku, která dokáže jak světlem, tak zvukem indikovat přítomnost síťového napětí. Běžné používané typy Vadas apod. pracují na principu vtahování ocelového jádra do cívky. Jádro na pružině „bzúčí“ a jeho poloha indikuje orientačně velikost napětí. Jinou metodou je indikování přítomnosti „fáze“ síťového napětí pomocí doutnavky. Doutnavka neodebírá prakticky žádný proud, pracuje s příčnými proudy řádu mikroampér. To je v mnohých případech spíše nevýhoda. Mnohdy s ní můžeme totiž indikovat přítomnost síťového napětí i v případě, že se obvod uzavírá přes rezistor s velkým činným odporem.



Obr. 82. Elektronická zkoušečka síťového napětí

Popisovaný indikátor podle obr. 82 má zcela jednoduché, principiálně průhledné zapojení. Síťové napětí, které indikujeme, se jednoduše usměrní diodou D_1 . R_1 je pouze omezovací člen. Trimrem R_2 nastavujeme stejnosměrnou úroveň napětí na kondenzátoru C_1 . Kondenzátor C_1 se ovšem přes rezistory R_1 a R_2 nabíjí v určitém reálném čase. Jakmile úroveň napětí na kondenzátoru C_1 dosáhne úrovně napětí diody D_2 , projde sluchátkem SI a svítivou diodou D_3 proudový impuls. Kondenzátor C_1 se vybije a nabíjecí proces kondenzátoru C_1 se periodicky opakuje. Indikované napětí se projevuje jak světelnými, tak zvukovými impulsy.

Jak plyne z popisu, indikace začne pracovat až od určité úrovně napětí, kterou lze nastavit odporovým trimrem R_2 . Takže v praktickém případě indikuje zkoušečka

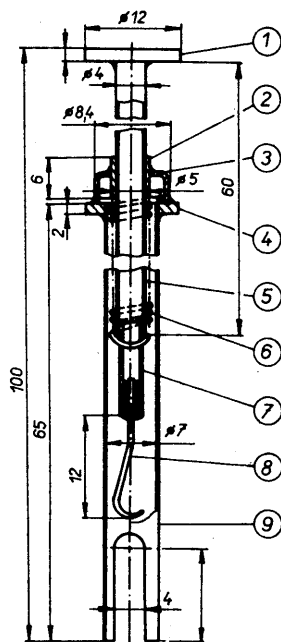
např. všechna síťová napětí větší než 210 V.

Co říci k součástkám této praktické pomůcky? Kondenzátor C_1 může být i elektrolytický, dimenzovaný na napětí minimálně 50 V. Rezistory R_1 a R_2 musí být na zatížení minimálně 0,5 W. Při stavbě je třeba dbát na všechny bezpečnostní předpisy – přístroj je přímo spojen se sítí!

Třetí ruka

Při pájení a zejména tehdy, když potřebujeme z desky s plošnými spoji vypájet nějakou součástku, nám naše dvě ruce nestačí. Potom se hodí pomůcka, kterou nazýváme „třetí ruka“. Je to něco jako elektrikářská aplikace známého operačního peánu, používaného v chirurgii.

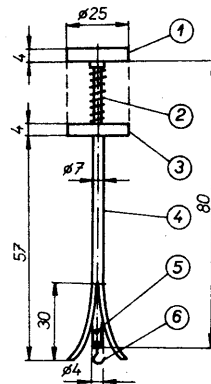
Jak se s takovou pomůckou pracuje? Opřeme ji o desky s plošnými spoji a pájenou součástku, tj. kondenzátor, rezistor, tranzistor, diodu či integrovaný obvod zahákneme některým z jejích přívodů za háček (obr. 83) „třetí ruky“. Háček je na táhlu, které je přes pružinu vtahováno dovnitř a vyvíjí stálý tlak směrem ven z desky s plošnými spoji. My pak máme obě ruce volné pro pájení. Jednou držíme desku s plošnými spoji, nebo



Obr. 83. Mechanická pomůcka, známá jako „třetí ruka“

celý přístroj a druhou rukou páječku. Po ohnutí cínu součástka sama z desky s plošnými spoji „vyleze“.

Uvádím dvě varianty možného provedení. Nejprve tu složitější: Všechny základní rozměry jsou zakótovány v sestavě obr. 83. V horní části je tlačítko, poz. 1, které lze zhotovit nejlépe z mosazi o $\varnothing 12 \times 2$ mm, do něhož je zapájena měděná tenkostěnná trubice o $\varnothing 4$ mm, dlouhá 60 mm, poz. 5. Na dolním konci této trubice je vsazen čep, poz. 7, který má zatměný háček, poz. 8, z ocelového drátu o $\varnothing 0,5$ mm. Na trubici je natažena tažná ocelová pružina, např. z kuličkové tužky. Přes tento celek je přetažena ještě jedna trubice, poz. 9. Ta má $\varnothing 7$ mm, délku 65 mm a dole výřez 4×12 mm. Tato trubice se svým výřezem opírá o desku s plošnými spoji a výřez slouží k tomu, aby vytahovaný vývod pájené součástky s háčkem měl prostor pro vtahování do trubice. V horní části



Obr. 84. Nejjednodušší provedení „třetí ruky“

má trubice ještě přírubu 4 s krytkou 3. Při stlačení tlačítka vůči přírubě 4 vysuneme háček až přes okraj rozříznutého konce trubice. Háček zachytíme za drátový přívod součástky nebo třeba za špičku tranzistoru.

Druhé provedení podle obr. 84 a fotografie na 2. straně obálky je výrobně mnohem méně náročné. Lze je celkem snadno zhotovit i ve velice skromných podmínkách domácí dílny. V podstatě to je stejné zařízení, jen značně mechanicky zjednodušené a rozměrově mírně větší. Je zde opět mosazné tlačítko, poz. 1, ve kterém je zašroubováno táhlo 5 z ocelové tyčky o $\varnothing 4$ mm. Na táhlo je v horní části navlečena tlačná pružina, která je dolním koncem opřena o přírubu 3. V přírubě je provrtána díra o $\varnothing 4,1$ mm pro táhlo a zároveň natupo připájena trubice 4 o $\varnothing 7$ mm, která je v dolní části rozříznuta. Podle druhu součástek je možné rozříznutý konec ještě roztáhnout tak, jak je to patrné z fotografie. V táhlu je zatmělý háček z ocelového drátu, kterým se stejným způsobem jako u prvního zařízení při pájení vytahují samočinné součástky z desky s plošnými spoji.

Zkušenosti s touto pomůckou jsou výborné. Použije ji jistě každý, kdo často pracuje s páječkou při opravách jakýchkoli elektronických zařízení.

Spojování vodičů a desek v elektronice

Současná elektronická zařízení se skládají z velkého množství prvků, které jsou mezi sebou vodivě propojeny. Jak víme, propojujeme je obvykle měděnými dráty nebo lanky. Klasická šasi, užívaná v dobách elektronek, jsou dnes nahrazena laminátovými deskami plátovanými mědí, na nichž odleptaná měď tvoří síť propojů a laminát je zároveň základním nosným materiálem pro použité prvky. Desky s plošnými spoji umožnily zavést strojní pájení, nicméně ruční pájení zůstává jako jeho doplněk. U malovýrobců a amatérů je ruční pájení cínovými pájkami nosnou technologií pro spojování desek, vodičů, součástek na panelu, konektorů atd. Pro úplnost je nutno vědět, že to není technologie jediná, mnohdy paralelně (i na stejném zařízení) musí výrobce použít i jiná spojení.

a. Svařování

Svařování plamenem nebo obloukem je vhodné jen pro některé aplikace v silnoproudé elektrotechnice. V naší oblasti zájmu se dosud používá svařování odporové, zejména pomocí bodovek nebo kondenzátorových

svářeček. Běžnou součástí je např. elektrolytický kondenzátor. Ten má hliníkové pouzdro, které má zároveň, jak známo, i „vnitřní“ funkci – je záporným pólem. Měděný drát, sloužící jako přívod, bývá na hliníkové pouzdro přivařen natupo. Podobně se připojuje např. čepička uhlíkových rezistorů. Současné spoje mají podstatně větší tepelnou odolnost. Jejich používání je však v běžné praxi omezeno, používá se tedy zejména u součástek a dílů, které jsou hodně tepelně namáhány (např. žárovky apod.).

b. Šroubové spoje

Pod šroub vkládáme drátová oka nebo oka z mosazného plechu. Často se používají šroubovací svorkovnice, u nichž se dráty zasouvají pod upravený spoj přímo, pouze zbavené izolace. Šroubové spoje jsou běžné u instalačního materiálu jako jsou zásuvky, krabice, vidlice, lustry, rozvaděče apod. Obecně lze říci, že jde o relativně drahé spojení s poměrně malou spolehlivostí. Vhodné je dodržovat doporučení výrobce a normy vztahující se k průřezům vodičů. U proudových zatížení nad 5 A se těmto spojům musí věnovat zvláštní pozornost. Známé jsou problémy se spojováním hliníkových kabelů, u nichž je nutno čas od času šrouby spojů utáhnout. Spoj je v každém případě nebezpečný ve vlhkém a agresivním prostředí. Z mechanického hlediska je ovšem spoj velmi pevný.

c. Konektorové a nýtované spoje

Konektorů se dnes vyrábí podle účelu a použití obrovská řada nejrůznějších typů. Od jednoduchých jednodrátových konektorů používaných v osobních automobilech až po mnohakolíkové konektory FRB, určené pro spojení složitých desek s plošnými spoji. Při zvlášť vysoké spolehlivosti zařízení se konstruktéři konektorům snaží vyhnout. Je si třeba uvědomit, že tzv. kosmické spolehlivosti se dosahuje prakticky dvěma způsoby: Co největší integrací (takže i relativně velice složitá zařízení mají co nejméně propojů a konektorů) a zálohováním důležitých obvodů s automatickou majoritou.

d. Ovíjené spoje

Před více než třiceti lety byly ovíjené spoje módním trendem. Umožňovaly automatické propojování stojanů s vanami plyných desek na konektorech. Příkladem jsou některé typy počítačů, telefonních ústředí nebo řídicích systémů. Ovíjený spoj má však omezené použití. Prakticky se hodí jen pro málo proudově zatížené vodiče malých průřezů. Vyžaduje speciální vývody s hranatým průřezem na konektorech. Ovíjené spoje se opravují měkkou cínovou pájkou. Při technologické nezádnosti je častý výskyt nepřijemných poruch, obvykle jsou to ulomené vývody apod.

e. Pájení

Pájení je stará, klasická a zároveň nejrozšířenější metoda spojování, používaná v elektronice. Jak bude dále uvedeno, dělí se podle druhu pájky na pájení měkké a tvrdé. Nejběžnější je však pájení cínovými pájkami, jak u velkovýrobci, tak u amatérů. Obecně lze říci, že díky vědecky propracovaným pájecím metodám jde prakticky o nejspolehlivější způsob spojení, ovšem pokud se dodržují určité technologické zásady. U ručně pájeného spoje je spolehlivost asi $5 \cdot 10^{-9} \text{ hod}^{-1}$. Strojní pájení s následnými kontrolami dokáže zlepšit statistickou spolehlivost jednoho spoje o dva až tři řády. Proto dnes každý větší výrobce elektronik-

Přehled měkkých pájek

Typ slitiny	ČSN	Teplota pájení [°C]	Použití
PbSn4	42 3738	320÷370	podřadné spoje, úprava karosérií
PbSn18	42 3637	270÷320	méně důležité spoje
PbSn25	42 3636	270÷320	běžné účely Cu, Ms
PbSn30	42 3635	250÷300	pozinkované a pocínované plechy
PbSn40	42 3634	230÷280	slitiny mědi, ocel
PbSn50	42 3657	210÷270	jemné pájení součástek přístrojů
SnPb40	42 3655	190÷240	jemná mechanika a elektrotechnika
SnPb10	42 3653	220÷270	potravinářský průmysl a lékařské přístroje
PbSn15Ag	42 3632	290÷330	elektrotechnika a dynamicky namáhané spoje
PbAg2,5Cu	42 3630	310÷350	elektrotechnika

Přehled tvrdých stříbrných pájek

Typ slitiny	ČSN	Teplota pájení [°C]	Použití
Ag10CuZn	42 3805	850÷900	tlustostěnné části
Ag15CuZn7	42 3806	800÷850	tenké a střední tloušťky
Ag25CuZn	42 3808	880÷920	plechu z Cu a slitin Cu
Ag30CuZnCd	42 3809	810÷850	jemné pájení slitin Cu tlakem namáhané spoje Cu a slitin Cu
Ag45CuZn	42 3811	750÷800	slitiny mědi a nerezavějící oceli, tenkostěnné odlitky a pásové pily
Ag50CuZnCd	42 2813	690÷740	stříbro a jeho slitiny, měděné vodiče
Ag60CuZn	42 3822	760÷800	slitiny Ag a Cu
Ag66CuZn	42 3815	770÷820	spoje v elektrotechnice
Ag28,5CuMnNiZn	42 3825	750÷780	nerezavějící oceli a pevné nástrojové spoje
Ag99,5	42 3819	960÷1000	spoje v elektrotechnice

Speciální pájky pro strojní pájení

Složení a příměsi [% hm.]	Sn60Pb	Sn62PbAg	Sn63Pb	Sn5Pb	Sn10PbAg	Sn96Ag
Cín min/max	59,5 61,5	61,5 62,5	62,5 63,5	4,5 5,5	9,0 11,0	zbytek
Olovo	zbytek	zbytek	zbytek	zbytek	zbytek	max. 0,10
Antimon min/max	0,20 0,50	0,20 0,50	0,20 0,50	max 0,50	max 0,20	—
Vismut max	0,25	0,25	0,25	0,25	0,03	—
Stříbro min/max	max 0,015	1,75 2,25	max 0,015	max 0,015	1,7 2,4	3,6 4,4
Měď max	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,20
Železo max	0,02	0,02	0,02	0,02	—	—
Zinek max	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Hliník max	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	—
Arzén max	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,05
Kadmium max	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,005
Ostatní příměsi souhrnně	0,08	0,08	0,08	0,08	0,10	—
Síra max	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Fosfor max	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Teplota solidu – přibl. [°C]	183	179	183	308	268	221
Teplota likvidu [°C]	191	179	183	312	290	221
Doporučená teplota pájení [°C]	260	260	260			

kých zařízení strojní pájení používá a jeho zavedení je praktickou nezbytností, neboť kvalita a spolehlivost spojů dnes určuje přímo úměrně kvalitu a spolehlivost celého zařízení.

I u velice kvalitně pájených zařízení je stále 50 % všech závad ve spoích. Navíc velké procento poruch použitých součástek má svůj důvod opět v kontaktech a spoích. Např. určíte-li jako závadu vadný rezistor, tak opět z více než 50 % měl špatně „nakontaktovanou“ čepičku na základním tělese, totéž platí i o integrovaných obvodech. Z rozborů plyne, že nelze zvětšovat spolehlivost v elektronice bez toho, aniž bychom nejprve nezlepšili spolehlivost spojů a propojů. To platí nejenom pro profesionální výrobce, ale i pro amatéry nebo i začínající drobné výrobce.

Pájky

Pájením rozumíme spojení dvou kovových součástí pomocí roztaveného kovu, kterému říkáme pájka. Aby bylo spojení dokonalé, musí mít jak spojované kovy, tak pájka určité fyzikální vlastnosti. Základní podmínkou je, že pájka musí mít mnohem nižší bod tání než jsou body tání materiálů spojovaných součástí. Pájený spoj je dobrý jen tehdy, když se na hranici styku pájky se spojovaným kovem vytvoří souvislá mezivrstva. Ta vlastně utváří kvalitu spojení a určuje jeho jak mechanické, tak elektrické vlastnosti. Technický vtip, na němž je vlastně založené dobré spojení cínovými pájkami je dán fyzikálními vlastnostmi cínové taveniny. Cínová technika představuje pro většinu kovů silné a agresivní rozpouštědlo. To znamená, že na povrchu smáčeného kovu vznikne „intermetalická“ sloučenina, která umožňuje dobré smáčení pájkou. S cínem dobře reaguje měď a všechny její slitiny, zejména mosaz a bronz. Dobrou smáčivost v cínové tavenině má zinek, zlato, stříbro a samozřejmě i jejich slitiny. Dobře smáčivý je kupodivu i hliník, ovšem pokud jeho povrch není pokryt kyslíčkovou vrstvou. Jak víme, hliník a jeho slitiny se kyslíčkovou vrstvou pokrývají samovolně i na vzduchu a to prakticky ihned jen za působení běžné vlhkosti a atmosférického kyslíku. Všechny pokusy o praktické pájení hliníku jsou z tohoto pohledu založeny na způsobech, jak zlepšit smáčivost hliníku tím, že se působení kyslíčkové vrstvy na povrchu kovu neutralizuje.

Nejlépe odolným kovem je kupodivu železo. To se z běžných kovů v cínové tavenině nejhůře rozpouští. To znamená, že např. nejodolnějším materiálem na hrot páječky je „železo“. Z praxe víme, jak často musíme vyměňovat nebo upravovat měděné hroty páječek – proto by byl hrot „železný“ optimální, má však horší tepelné vlastnosti a je hůře smáčivý.

Záruku dobrého pájení tedy v podstatě určuje základní vlastnost pájky, kterou nazýváme smáčivost. Smáčivost je schopnost pájky se spojit se základním pájeným materiálem při doporučené teplotě taveniny. Pájka musí mít dobrou vzlinavost, „zabíhavost“, přilnavost se schopností vytvořit se základním materiálem tuhý roztok v tenké, souvislé mezivrstvě na celém povrchu. Smáčivost se

Přehled tvrdých mosazných a hliníkových pájek

Typ slitiny	ČSN	Pracovní teplota [°C]	Použití
ECu	42 3006	1100÷1150	ocel, nikel, slitiny
MsNi8	42 3371	900÷940	ocel, slitiny Cu-Ni, Ni a slitiny
Ms60SiSn	42 3228	850÷910	ocel, slitiny, Cu slitiny
Ms60Ag	42 3227	900÷940	měď v elektrotechnice
CuP8	42 3370	710÷760	Cu a armatury ze slitin Cu
Ms54	42 3372	890÷940	nánosové pájení Cu a slitin
Ms36	42 3374	810÷860	Cu, oceli
AlSi5	42 4232	625÷640	Al a Al-Mn
AlSi12	42 4230	580÷630	AL, Al-Si, Al-Mg-Si

číselně (stejně jako smáčivost jiných kapalin) určuje velikostí úhlu, který svírá tečna kapky roztavené pájky v místě styku se základním materiálem. Zkoušky pájitelnosti jsou určeny normami. Poněkud zastaralá je ČSN 34 57 70, Zkoušky odolnosti proti vnějším vlivům a Zkoušky pájitelnosti. Doplnkovou normou je ČSN 05 0040, Pájení kovů, základní pojmy. V odborné literatuře se uvádí, že pro strojní pájení tato norma již nevyhovuje. Stejný problém řeší normy IEC mnohem přísněji a výrobci či dodavatelé strojního zařízení pro pájení v elektronice vyžadují, aby používané pájky měly zpřísněné vlastnosti podle IEC 68 2 20 a 68 2 54. Většina základních požadavků kladených na použitou pájku se vztahuje k množství nežádoucích příměsí různých kovů. Pro praxi je důležité, že nežádoucí příměsi se mohou vyskytovat už přímo v nakoupené pájce. Pokud pájíme ručně třeba trubčickým cínem, není množství nečistot tak rozhodující, pokud se však pájí máčením, je třeba počítat i s tím, že se používaná tavenina časem (prostředím) znehodnocuje.

Nečistoty, obsažené v tavenině, mají na vlastnosti pájky tyto vlivy:

měď – zmenšuje tekutost pájky, pájka je po ztuhnutí křehká a tvrdá,

zlato – pájka je po ztuhnutí zrnitá a křehká, kadmium – pájené spoje jsou porézní, křehké, pájka špatně a pomalu zatéká,

zinek – pájka je po ztuhnutí hrubá, zrnitá a porézní. Na povrchu pájky se po ztuhnutí tvoří dendritické obrazce,

hliník – pájka je špatně tekutá, je porézní a na jejím povrchu se tvoří dendritické obrazce,

antimon – důležitá příměs cínové pájky. Při jeho nedostatečném množství v pájce se projevuje velice brzy tzv. cínový mor. Při jeho nadměrném množství je pájka křehká,

železo – intermetalická sloučenina FeSn₂ je nepájivá a na povrchu spoje působí potíže při opravách,

arzén – vyvolává tvorbu drobných útvarů, podobných puchýřkům,

vízmot – snižuje provozní teplotu spoje,

stříbro – povrch pájky je bez lesku, přítomnost stříbra zhoršuje schopnost rozpouštět některé kovy, zhoršuje tedy vůči nim i smáčivost. Přesto se u některých speciálních pájek používá, zvyšuje tavící teplotu pájky,

nikel – tvoří puchýřky a těžko rozpustné sloučeniny.

Obecně se pájení rozděluje na tzv. měkké (použitá pájka má bod tání nižší než 500 °C) a tzv. tvrdé (bod tání je vyšší než 500 °C).

Měkká pájka je prakticky vždycky slitinou cínu a olova. Nejlepší pájky mají kolem 60 % cínu. Pájky s malým obsahem cínu se hodí zejména pro klempířské práce. Pro elektro-

niku a zejména strojní pájení musí mít pájka přesně stanovené množství nečistot. Limitem železa a mědi je množství 0,1, popř. 0,05 %. Zinek zhoršuje smáčivost už v množství kolem 0,001 %. Naopak vízmot a kadmium se někdy úmyslně přidávají, neboť snižují bod tání a na smáčivost mají relativně malý vliv.

Přehled některých u nás používaných pájek je ve čtyřech tabulkách. V první jsou běžné měkké pájky, ve druhé pájky pro strojní pájení. Poslední dvě tabulky představují tzv. tvrdé pájky.

Tvrdým pájením, jak už bylo uvedeno, se rozumí pájení při teplotách vyšších než 500 °C. K ohřevu pak již nestačí běžné elektrické páječky. Používá se kyslíkoacetylenový plamen, zařízení k indukčnímu ohřevu, odporovému svařování, mnohdy i za působení tlaku. Používají se i „svářecí“ lisy, s nimiž se pájí pod tlakem za současného průchodu elektrického proudu, který budoucí spoj ohřívá.

Hodně používané tvrdé pájky jsou stříbrné. Jejich přehled je v tabulce. Používají se především v silnoproudé elektrotechnice proto, že spoj má výborné elektrické vlastnosti, zejména dobrou elektrickou vodivost, dobrou odolnost proti korozi a dobrou mechanickou pevnost. Jsou však bohužel dosti drahé a tak se z cenových důvodů používají také mosazné a hliníkové pájky, jejich základní přehled je v tabulce. Mosazné pájky s obsahem mědi menším než 60 % mají sice nízký bod tání, ale vytvářejí křehké spoje. Nepříznivé je i odpařování zinku, což vytváří nebezpečí vzniku pórů a bublinatost spoje. Proto různé typy těchto pájek obsahují ještě množství příměsí různých kovů, které tyto vlastnosti potlačují.

Lze říci, že tvrdé pájení nahrazuje sváření tam, kde sváření není možné, to je např. u titanu, nebo např. u nyní hojně používaných spékávaných kovů. Destičky ze spékávaných kovů se připevňují do držáků rychlořezných nástrojů dosud pouze tvrdým pájením. Tvrdým pájením se připevňují i umělé diamanty nebo kyslíčnický jako je elbor apod.

Vrátíme-li se zpět k nejpoužívanějšímu pájení měkkou cínovou pájkou, tak si musíme říci ještě něco: Pájitelnost, která je vlastně úměrná schopnosti se smáčet v roztavené lázni pájky, je také zhoršována nečistotami, různými kyslíčnickými, mastnotou, případně špatně odstraněnou izolací apod. Pro pájení je proto nutné mít všechny díly dokonale čisté a odmaštěné, za ideální se považuje, jsou-li díly předem pocínované buď smáčením nebo galvanicky.

Velmi nepřijemnou vlastností cínových slitin je tak zvaný cínový mor. Projevuje se prakticky tak, že cínová slitina rekrystalizuje, mění se její struktura na hrubší zrna. Cín zešedne, ztratí mechanickou pevnost a drolí

se. Proces rekrystalizace v literatuře byl dostatečně popsán a je známý velmi dlouho. Cínovým morem trpí někdy i nádoby na starých hradech a v muzeálních sbírkách. Rekrystalizace začíná obvykle po velkých teplotných šocích při trvale nízkých teplotách. Nej náchylnější jsou k ní slitiny, které byly taveny při vyšších teplotách. Proto jsou nejvíce ohroženy spoje, u nichž byla cínová pájka „přehřátá“.

Tavidla

Užívání tavidel, která usnadňují pájení, je technicky nutné. Tavidlo působí především chemickou reakcí, která podporuje smáčivost pájky, chrání očistěné pájené kovy a pájku během pájení před oxidací. Musí mít takovou viskozitu, aby napomáhala roztékavosti pájky. Nejdůležitější vlastností je vliv tavidla na povrchové napětí roztavené pájky, které zabraňuje tvorbě místků a krápníků. Povrchové napětí taveniny se tavidlem mnohonásobně zmenšuje, takže tavenina se dobře rozlévá, netvoří se kuličky a tavenina dobře zatéká i stěká při namáčení.

Obecně platí, že tavidla pro ruční a strojní pájení nejsou vzájemně zaměnitelná. Příkladem jsou hojně používaná vodou rozpustná tavidla pro strojní pájení, která obsahují polyglykoly. Použijeme-li je při ručním pájení, tak teplota pájecího hrotu vyšší než 260 °C, nutná pro vznik teplotního spádu při pájení, vyvolá polymeraci. Vzniklé sloučeniny pak už prakticky nelze ze spoje odstranit jinak než mechanicky.

Pro cínové pájky užívané v elektronice se v současné době používají tři hlavní typy tavidel. Již vzpomínaná vodou rozpustná tavidla s polyglykoly, tavidla kalafunová a tavidla s malým obsahem sušiny. V zásadě platí, že každé tavidlo je za určitých podmínek chemicky aktivní a nekoroziivnost je sporná i u čisté kalafuny.

Pro amatérské pájení, při němž se používá tzv. trubičkový cín, by v této souvislosti měla platit zásada, že jako doplňkové tavidlo (protože jak známo trubičkový cín už obsahuje v trubičce aktivovanou kalafunovou směs) lze používat pouze čistou kalafunu. Vhodné je ji rozpustit v čistém lihu a nanášet ji jako kapalinou, příp. mít na kalafunu speciální ohřívání kelímkem s termostatem a nanášet ji teplotou. Moderní výzkumy ukazují, že ideální je vždy po pájení všechny zbytky tavidla odstranit.

Elektronické obvody s logikou TTL nejsou moc citlivé na svodové proudy. Při napájecím napětí 5 V je proud potřebný pro překlopení hradla asi 20 mA – proto se obvykle nemusíme u dobře pájených součástek obávat nesnází, ani když po pájení desku s plošnými spoji neošetříme. Použijeme-li však obvody CMOS, je potřebný proud asi 0,2 µA a již svodový proud kolem 5 až 10 pA vyvolává poruchy funkce. Při napětí 5 V odpovídá svodovému proudu 6 pA izolační odpor mezi vodiči 8,3 · 10¹¹ Ω. Přitom víme, že právě u obvodů CMOS můžeme používat mnohem větší napájecí napětí. Ze zkoušek prováděných na deskách s plošnými spoji běžného typu je známo, že izolační odpor mezi dvěma rovnoběžnými vodiči délky 26 mm se šířkou mezery 0,75 mm je po deseti denním působení prostředí s velkou vzdušnou vlhkostí v nejlepším případě asi 10¹¹ Ω, tedy téměř o řád menší, než požadovaný minimální svodový odpor. Plyne z toho nutnost řádně ošetřit desku s plošnými spoji po pájení: dokonale očistit nečistoty a odstranit zbytky tavidla

a pak desku natřít dobrým epoxidovým lakem (samozřejmě na dokonale vysušený podklad). Zároveň je nutné navrhovat spoje na desce tak, aby byly mezery mezi spoji co nejširší.

Čistá kalafuna má i dobré izolační vlastnosti, proto je zvykem používat ji i pro ošetření desky s plošnými spoji. Po vyvrtání děr se deska s plošnými spoji dobře umyje tak, aby se odstranily všechny mastnoty a nečistoty. Vhodná je např. voda s práškem na nádobí nebo jen kartáček a mýdlo. Pak se deska dokonale vysuší a natře se kalafunou rozpouštěnou v lihu. Po zapájení součástek se deska otře lihem a znovu se natře kalafunou v lihu. Výhoda tohoto druhu ošetření je zjevná: Při veškerých opravách a výměně součástek jsou všechny spoje dobře pájitelné. Takto ošetřená deska s plošnými spoji však vyhoví pro méně náročná zařízení, u nichž se není třeba obávat svodových proudů a která jsou umístěna v suchém, neagresivním prostředí.

Nástroje a prostředí pro pájení

Skládování (i manipulace) všech elektronických součástek vyžaduje suché neagresivní prostředí. Součástky se nesmí dostat do styku s kyselinami, s tuky a mastnotou. Jakákoli konzervace pomocí oleje, vazelíny apod., běžná ve strojírenství, je nepřijatelná. Známé jsou problémy s odstraňováním silikonových olejů z kontaktů relé. Silikonový olej je výtečné mazadlo střížných a lisovacích nástrojů, nicméně je prakticky z kontaktů neodstranitelný. Stejně podmínky platí i pro pájecí pracoviště. Má být v suchém, neagresivním prostředí s dobrým větráním, protože všechna tavidla (včetně kalafuny) dýmají. Pobyt v prostoru zaměřeném výparů tavidel je minimálně nezdravý. Pracoviště musí být proto čisté, nemají se na něm vyskytovat žádné tuky, mastnoty, agresivní látky, kyseliny, oleje atd. Pracoviště musí mít dobré osvětlení, podle normy ČSN minimálně 1077 lx.

Pro odstraňování izolace z vodičů je nutné mít speciální kleště. Břity kleští se nastavují tak, aby dokonale nařizly izolaci a vodič přitom zůstal nepoškozen. Odstraňovat izolaci nožem nebo štípacími kleštěmi je nevhodné. K odstranění izolace se též často používá teplo, zejména u lakovaných vodičů je možné konce vodičů namáčet do taveniny, pak „spálenou“ izolaci mechanicky očistit ještě za tepla a očistěné konce pocínovat. Vodiče musí být ustříženy bez břitů. V místech, kde je odstraněna izolace, musí být vodiče nepoškozené bez zářezů, vrypů, nastřížení atd.

Ruční páječky, pájecí stroje, pájecí zařízení včetně zařízení pro nanášení tavidla musí být konstruovány tak, aby z nich nemohla přecházet elektrická energie do pájených prvků. Elektroizolační odpor mezi pájeným předmětem a zemí nesmí být větší než 20 Ω. Uvedená zařízení nesmí udržovat a produkovat statické elektrické náboje. Mezi horkou špičkou pájecího hrotu a zemí nesmí být větší napětí než 2 mV. To jsou zásady platící zejména pro práci se součástkami typu CMOS, které se mohou poškodit již velmi malými proudy nebo statickou elektřinou.

Ideální, moderní ruční páječka by měla mít nastavitelnou teplotu hrotu s přesností ±6 °C. Velikost páječky (ale zejména jejího hrotu) musí být volena tak, aby umožňovala snadné pájení. V praxi to znamená, že jiný

druh páječky (např. tzv. mikropájku) bychom měli používat pro pájení drobných spojů s hustou sítí integrovaných obvodů, jiný pro pájení konektorů, jiný pro pájení kabelů. Pájecí hroty by měly být tedy úměrné velikosti pájených částí a velikosti pájeného spoje.

Pájecí hroty jsou vyráběny z mědi nebo z mosazi či některých bronzů. Musí se však vzhledem k agresivitě prostředí chránit povlakem jiného kovu. Běžné je jejich pocínování, při němž vzniklá intermetalická sloučenina cínu a mědi na povrchu hrotu poněkud zpomaluje ubývání hrotu. U velkých hrotů obvykle musíme čas od času hrot opílovat a znovu pocínovat. Některé moderní páječky mívají hrot „poželezen“ některým druhem oceli s malým obsahem kyslíku. I takový hrot však musí být následně pocínován.

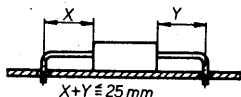
Páječka musí mít velkou rezervu výkonu, aby při pájení nedocházelo k velkému úbytku tepla. Zcela obecně platí, že hojně používané pistolové páječky se pro dobré a zaručené pájení vůbec nehodí. Nelze u nich zaručit téměř vůbec nic – obvyklé je u nich přepalování cínu, vznik studených spojů atd. Jejich používání se všeobecně nedoporučuje. V profesionální praxi se nepoužívají vůbec.

Zásady správného pájení

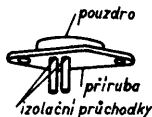
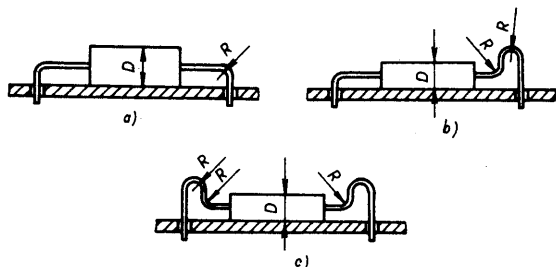
Pájení cínovou pájkou se jeví na první pohled jako velice jednoduchý úkon. Přesto, že zásady správného pájení jsou zcela triviální a k jejich dodržování je třeba jen určitá technologická kázeň spojená s minimem praktických znalostí, vyskytují se chyby při ručním pájení i u profesionálů.

Pájecí hrot musí být především pokryt tenkou vrstvou pájky. Dosahuje se toho tak, že nejprve nanese cínu s tavidlem na zahřátou pájku a pak se hrot otírá hadříkem, který nelíná chlupy. Může to být i běžná bavlněná tkanina nebo jemná kůže. Nevhodné jsou hadry tesilové, vlněné apod. Za ideální je považovanou pájení dvou součástí, které byly předem pocínovány. Pájené místo musí být před pájením dostatečně připraveno: Obě spojované součásti musí být těsně zafixovány na svém místě a musí být pokryty malou vrstvou tavidla. Postačí přitisknout na pájené místo hrot páječky, pokud možno tak, aby přenos tepla byl maximální v pájeném místě. Do pájeného místa postupně přidáváme cínovou pájku, která zároveň zprostředkovává lepší přenos tepla. Doba pájení musí být krátká, 2 až 5 sekund. Za tuto dobu se musí pájka roztéci a zaplnit všechny prohlubně. Pak oddálíme hrot páječky a necháme pájený spoj pomalu vychladnout. Během chladnutí se nesmí spojované části vzájemně pohnout. Také se nedoporučuje foukáním nebo přikládáním kovových předmětů chlazení urychlovat.

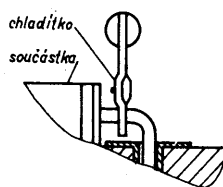
Zásada je, že ve spoji musí být dostatečné, nikoli však nadměrné množství cínu. K tomu, aby se cínu nepřepálil, musí být doba pájení krátká. V pájeném místě by se neměly spalovat či „připékat“ nečistoty a pájka musí vnitřek všech spojovaných částí dokonale smáčet bez „lunkrů“. U některých typů spojů, např. při pájení drátků do dutinek konektorů, pájení drátků do tenkých trubiček apod. je výhodné, jsou-li všechny díly napřed pocí-



Největší společná délka přímé části vývodů



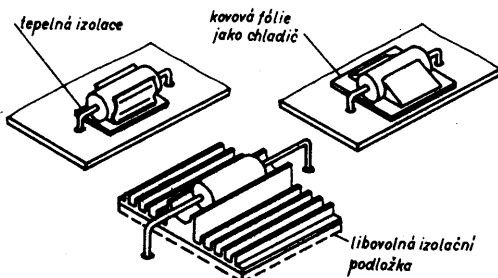
Pouzdro výkonového tranzistoru



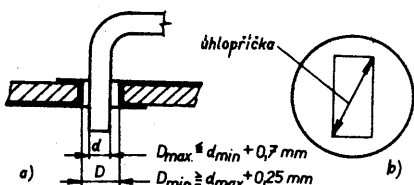
Případ použití chladička při pájení



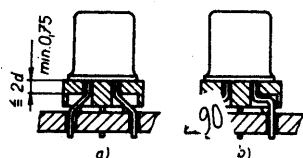
Různé způsoby provedení odlehčovacích ohybů



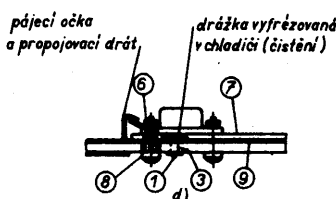
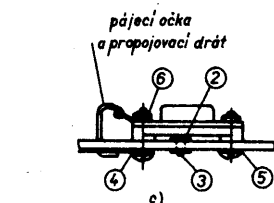
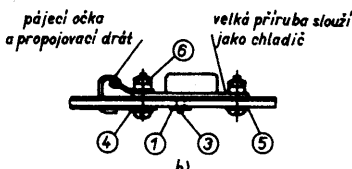
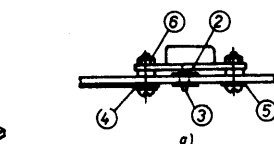
Typické druhy chladičů pro součástky s axiálními vývody



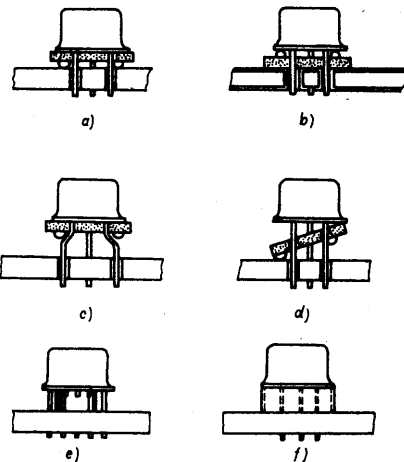
Největší a nejmenší vůle vývodů součástky v pokovené díře



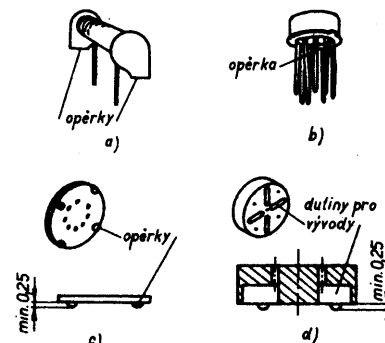
Příklad použití tuhé podložky s opěrkami; a) přípustné – tělo součástky spočívá pevně na podložce, všechny opěrky se dotýkají plochy desky, vývody jsou v dutinách podložky správně tvarovány, b) nepřípustné – nesprávně tvarované vývody



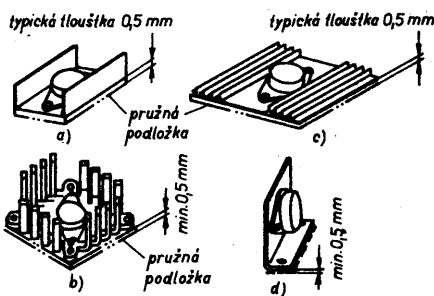
Montáž kovových pouzder výkonových součástek s pružnými podložkami; 1 – je-li pouzdro připevněno přímo na desku, musí být díry pro připájení vývodů nepokovené, 2 – o pokovených děr musí být pouzdro alespoň 0,5 mm nad deskou, 3 – „zušlechťené“ vývody a vývody tlustší než 1,3 mm (průměr) se nesmí ohýbat, 4 – podložka mezi hlavou šroubu a vodičem na desce vylučuje poškození vodiče, 5 – podložka mezi hlavou šroubu a deskou vylučuje poškození desky, 6 – matice musí být pojištěny proti samovolnému povolnění, 7 – chladič nebo příruba musí mít závit pro upevňovací šroub, 8 – pružné podložky pro odlehčení pájených spojů se vkládají mezi pouzdro a desku nebo mezi upevňovací šroub a desku 9 – izolační materiál mezi kovovým pouzdem a vodiči na desce



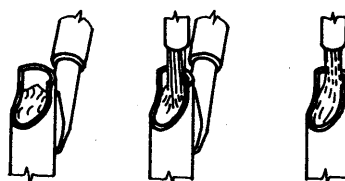
Příklady správného a nesprávného použití pružných podložek a opěrek; a) přípustné – součástka se dotýká podložky, opěrky mají dotek s deskou, b) nepřipustné – podložka je obrácená, podložka uzavírá pokovené díry, c) nepřipustné – podložka se nedotýká plochy desky, d) podložka je skloněná, základna se nedotýká celé dosedací plochy podložky, opěrky se nedotýkají plochy desky, e) přípustná – součástka je plně opřena o pružnou opěrku, opěrka se dotýká celou plochou desky, f) nepřipustné – pružná podložka zakrývá pájené spoje na straně součástek



Typické tvary podložek a opěrek; a) cívka s opěrkami, b) integrovaný obvod s pružnou integrovanou opěrkou, c) pružná podložka s opěrkami, d) tuhá podložka s opěrkami



Způsob připojení vodiče ke koncovému vývodu s očkem



Postup připájení vodiče u trubičkového vývodu

novány. Do dutiny vložíme správné množství tavidla i cínové pájky a pak spoj pouze na co nejkratší dobu ohřejeme.

K opravám spojů přistupujeme s největší opatrností. Starý cín nejprve ze spoje odstraníme. Můžeme použít některý z typů odsávacích. Někdy stačí pryžový balonek s trubičkou, používaný jinak jako fixírka. Dobrým „odsávacím“ tekutého cínu je i kabel z drobných měděných drátků. Drobné drátky působí na roztavený cín jako piják.

Pro dobré spojení cínovou pájkou si je třeba uvědomit i některé konstrukční zásady. Spojení cínovou pájkou má velmi malou mechanickou pevnost, žádnou odolnost proti dynamickému namáhání, nesnáší tepelné

šoky a nadměrné oteplení. Statické namáhání by nemělo překročit hranici asi 3,5 g na jeden spoj. Ale i u spojů, které vyhovují tomuto kritériu, musíme spoj chránit před dynamickým namáháním. To znamená, že prakticky každá součástka by měla být na desce s plošnými spoji nějakým způsobem upevněna. Každý tranzistor, dioda, rezistor i kondenzátor by měl být alespoň o desku s plošnými spoji opřen. Používat např. rezistory v poloze na výšku se nedoporučuje. Pod všechny součástky se doporučuje vkládat podložky, které součástky mechanicky fixují. Drátové vývody musí mít dostatečnou (ale ne nadměrnou) délku a mají být tak tvarově upraveny, aby neměly ostré rohy za záhyby.

Součástka z hlediska tepelného namáhání nás zajímá dvakrát. Při pájení musíme některé druhy nejen polovodičových součástek, ale i rezistorů s krátkými přívody apod. chránit různými typy měděných chladítek, abychom je teplem pájky nepoškodili. Obráceně u součástek, které mají příkon větší než asi 0,5 až 1 W, bychom měli znát jejich maximální oteplení. U nich je nebezpečí ohřívání plošných spojů i cínového spojení. Používané chladíče mají být od desky s plošnými spoji odděleny buď vzduchovou mezerou nebo izolační podložkou.

Spojujeme-li dva vodiče, tak v žádném případě nepoužíváme tzv. spojení natupo.

Ideální je, jsou-li vodiče před pájením vzájemně ovínuty, nebo jinak mechanicky zařizovány.

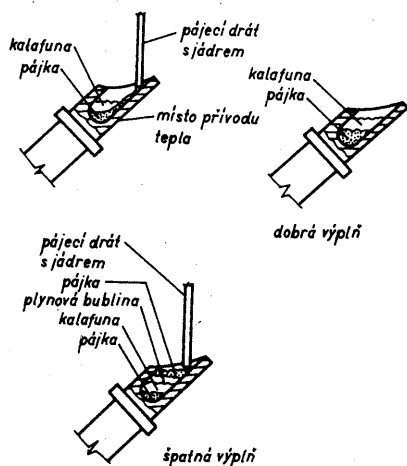
Kontrola jakosti pájených spojů

Když se celý problém kontroly velmi zjednoduší, jde o to, jak odhalit zejména studené spoje. Jak známo, jde v tomto případě o skrytou závadu. Odhalit na nově zapájeném zařízení běžnou vizuální kontrolou studený spoj je sice někdy možné, ale ne vždy stoprocentní. Zkušený pracovník odhalí běžné závady jako jsou slitá místa, nežádoucí kapičky cínu, špínu, spálenou izolaci, někdy i přepálený cín celkem snadno. Potřebuje k tomu kromě pečlivosti a zkušenosti jen dobré světlo a lupu se zvětšením alespoň 5×. Jak již bylo uvedeno, lze spoje, u nichž se dá s velkou pravděpodobností usuzovat na studený spoj, opravit. Ruční opravy se běžně dělají i po strojním pájení.

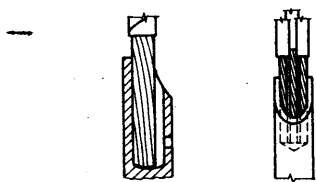
Pro velkovýrobce, který chce vyrábět s velkou spolehlivostí, je ve světě vyvinuta celá řada přístrojů určených k poloautomatické nebo automatické kontrole pájení. Používaných metod je celá řada. Mají jednoho společného jmenovatele: Jsou náročné, drahé, hodí se jen na některé aplikace apod.

Známa nedestruktivní metoda spočívá v rentgenovém prozáření s následným fotografickým nebo monitorovacím vyhodnocením. Záznam se pak dělá na videorekordér. Slabinou metody je samozřejmě to, že jde vlastně jen o „umocněnou“ vizuální kontrolu, protože automatizované vyhodnocení zánamu není obvykle k dispozici (cena!).

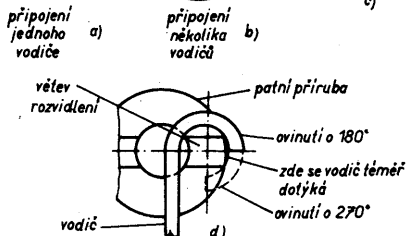
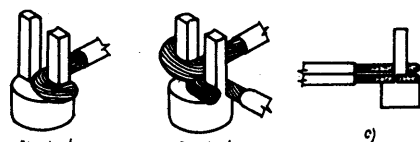
U některých zapojení lze aplikovat kontrolu pomocí infračervené fotografie, nebo opět televizního zánamu. Princip kontroly spočívá v tom, že studený spoj se vlivem svého většího přechodového odporu více zahřívá. Ačkoli se tato metoda zdá perfektní, je opět vhodná jen někde. Jednak musí být zařízení už v činnosti, jednak se hodí jen tam, kde je spoj dostatečně proudově zatížen. U obvodů CMOS apod. ovšem nepřichází vůbec v úvahu. Někdy se tato metoda kombinuje s velkým podchlazením desky za současného



Výplň pájkou u trubičkového vývodu



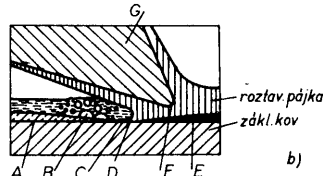
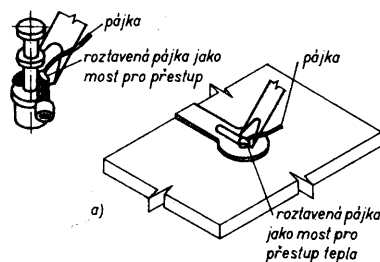
Připájení vodiče k trubičkovému koncovému vývodu



Jiné způsoby připojování vodičů

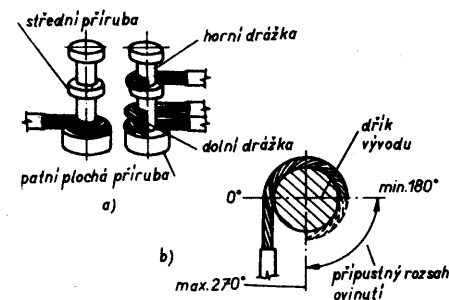
Ztrátový výkon [W]	Tvar součástky	Průměr těla [mm]	Hmotnost [g]
5		7,6	4,05
2		7,9	2,86
1		7,1	1,49
0,5		3,6	0,62
0,25		2,5	0,31
0,25		2,3	0,28
0,125		1,5	0,08

Přibližné hmotnosti rezistorů



Postup přidávání pájky do spoje a tvorba spoje; a) postup smáčení spoje pájkou, b) schematické znázornění tvorby spoje

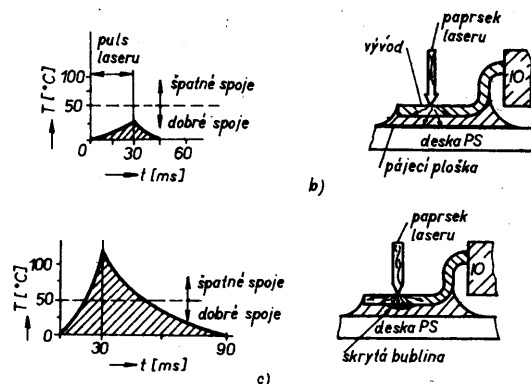
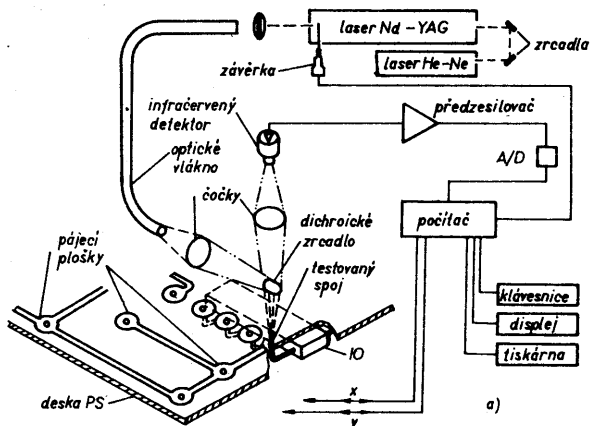
A – vrstva oxidů na základním kovu, B – horké tavidlo odstraňuje oxidy, C – čistý základní kov ve styku s roztaveným tavidlem, D – tekutá pájka vytlačuje roztavené tavidlo, E – cín z pájky reaguje se základním kovem a tvoří se intermetalická sloučenina, F – most pájky pro přestup tepla, G – pájecí hrot



Jiné způsoby připojování vodičů



Způsob montáže chladičů pod výkonové součástky



Kontrola pájených spojů paprskem výkonového laseru; a) princip metody, b) dobrý spoj, c) vadný spoj

testování zařízení. Vychází se z předpokladu, že studený spoj se prudkým ochlazením projeví jako trvalá porucha.

Z hlediska automatického vyhodnocení a jisté technické elegance se jeví jako efektivní kontrola pájených spojů impulsním výkonovým laserem. Zařízení na tomto principu např. sériově dodává americká firma Van-zetti Systems Inc. pod typovým označením LI Laser Inspect. Schématické uspořádání metody je na obrázku. Laserové zařízení má dvě vlnové délky, 1,06 μm o impulsním výkonu 30 W slouží k přímému ohřevu spoje. Druhé zařízení je ve viditelné červené oblasti

spektra (vlnová délka 532,8 nm) a dodává ho běžný laser He-Ne o velmi malém výkonu. Toto druhé zařízení je určeno pouze k „polohování“ a nemá s vlastní funkcí kontroly žádnou spojitost. Zařízení pracuje jako úplný automat s křížovým nájížděcím stolem a kompletní optikou, která paprsky obou laserových trubíc soustředí do kontrolovaného místa.

Jako detektor je použita infračervená dioda InSb, která měří množství emitovaného tepla. Pokud se tato veličina zpracuje jako tepelná odezva v čase, počítač ji vyhodnotí a graficky zapiše. Z charakteru grafu lze pak

zjistit dobré a špatné spoje. Rozlišení dobrých a špatných spojů musí být ovšem stanoveno pro konkrétní typ spojení. Metoda předpokládá i strojní pájení s konstantním množstvím pájky ve spoji. Dobrý spoj, vlivem dobré tepelné vodivosti, má malou tepelnou odezvu. Studený spoj, s porušeným vnitřním stykem součástí, má tepelnou odezvu mnohem větší, protože se konstantním impulsním laserovým zářením s přesně nadávkovanou energií více ohřeje.

POZOR!

! Ihned po vyjítí č. 1 (začátkem února) jsme dostali do redakce velmi mnoho písemných i telefonických dotazů na dvě věci: především jaké má číslo deska s plošnými spoji na str. 22 — číslo je Z207 — a jakou adresu má firma BECK — adresa je BECK, Miloš Kováč, Svidnická 7, 821 02 Bratislava. Současně jsme byli upozorněni i na chybu v obr. 83, v němž nesmí být spojen společný bod diod D₁₁, D₁₂ s vodorovným spojem mezi R₅ a R₂.

Podnikatel z NSR

hledá

jednotlivce, skupiny, laboratoře, ústavy

jako partnery nebo subpodnikatele na spolupráci v oborech vývoje hardware a software pro západoněmecké zákazníky

● **SW projekty** – vývoj a programování systémů/projektů pro technické a komerční aplikace, systémy realtime, řídicí systémy, operační systémy, kompilery, grafické systémy (pixel/vektor), komunikační systémy, datové báze

● **Předpoklady:** dobré až vynikající znalosti a praktické zkušenosti s minimálně jedním z těchto

počítačů (HW systémů) – Siemens, Nixdorf, DEC, IBM, Sperry, INTEL (286/386-PC), SUN, Apollo, HP

operačních systémů – UNIX, MS-DOS, OS/2, VMS, BS 1000/2000, DC/M, MVS, VM/CMS, VM, VSE, NOS, NIROS, ORG-PV, BSM, RSX-11, RT-11, RMX-86/286, OS/9

programovací jazyky C, ++, Pascal, Fortran, Cobol, assembler (370, 680xx, 80x86 atd.), PL/1, PL/M, Prolog, Lisp, Simula, Natural

datové báze – INFORMIX, ORACLE, INGRES, DB2, UDS, SESAM, RDB (DEC), CIS, SQL/ESQL

různé – X-windows, MS-, DEC-, SUN-windows, GKS, PHIGS, VTAM, VSAM, ISAM, IMS DB/DC, CICS, DL/1, UTM, SAP, ADABAS, SNA, 3780/2780/3270, LU2.0, SDLC/HDLC, MSV-1/2, Transdate, X:25, X.400, FTAM?, TCP/IP (RPC, XDR), NFS, IPC, CASE

Velmi výhodné, nikoli však podmínkou jsou zkušenosti ve speciálních oborech jako

- vývoj operačních systémů (UNIX-kernel, device-driver atd.)
- komunikační systémy na základě streams,
- vývoj kompilérů (C, C++, LISP, Prolog, ...)
- vývoj datovýchází

(v této oblasti hledáme momentálně spolupracovníky velmi nutně). Jakékoli další speciální znalosti samozřejmě uvítáme. U každého zájemce předpokládáme jistou „mobilitu“ a ochotu k cestování. Projekty bude možno realizovat jak v ČSFR, tak i v našich laboratořích v NSR (poblíž Mnichova), nebo i přímo u našich zákazníků (na jejich přání) v NSR, Švýcarsku, popř. v USA. Nutné formality v posledních dvou případech vyřídíme.

Znalosti němčiny/angličtiny jsou předpokladem pouze pro práci u našich zákazníků, jsou ovšem výhodné všeobecně.

Nabídky na TOMCAT computer,
Luitpoldstr. 8, D-8034 Germering,
tel. 089/84 99 92; fax 089/84 95 44,

Dipl. – Ing. Richard von Lavante.

INZERCE



Inzerce přijímá osobně a poštou Vydavatelství Magnet-Press, inzertní oddělení (inzerce ARB), Vladislavova 26, 113 66 Praha 1, tel. 26 06 51–9 linka 294. Uzávěrka tohoto čísla byla 5. 2. 1991, do kdy jsme museli obdržet úhradu za inzerát. Neopomeňte uvést prodejní cenu, jinak inzerát neuveřejníme. Text pište čitelně, aby se předešlo chybám vznikajícím z nečitelnosti předlohy.

Prodej

Širokopásm. zesilovač 40÷800 MHz: BFG65 + BFR91, 24 dB 75/75 Ω (360), 2x BFR91, 23 dB, 75/75 Ω (300), obidva pro slabé TV signály, BFG65 + BFR96, 24 dB, 75/75 Ω pro malé dom. rozvody TV (370), koupím cuprexit. F. Ridarčík, Karpatská 1, 040 01 Košice.

IO TTL ECL různé aktivní i pasivní elektronické prvky a materiál až so 60% zlevou. Zoznam za známku (0,50 + 590). ELKO, Vojenská 2, 040 01 Košice.

SAW filtry OFWY 6901 (490), TDA5660P (290). J. Pavlíček, 789 61 Bludov 474.

Koupě

Výbojky IFK-120 2 ks. M. Pejskar, Letců 2433, 272 01 Kladno 2.